रोबोटिक गुरुकुल

ROBOTIC GURUKUL • विज्ञान शृंखला

भौतिक विज्ञानमा वेद

नेपाल माध्यमिक शिक्षा पाठ्यक्रम • कक्षा ९ र १०

SECONDARY LEVEL • GRADE 9 & 10 • VEDA IN PHYSICS

प्रमाणमा आधारित भौतिक विज्ञानमा वैदिक ज्ञानको एकीकृत ग्रन्थ

An Evidence-Based Integration of Vedic Insight in Physics

लेखक:

अथर्ववेदाचार्य नारायण घिमिरे

खाद्य तथा औषधि विज्ञ, क्यानडा

प्रकाशक:

Canadian Vedic Heritage, Toronto, Canada

प्रथम संस्करण: २०२६

रोबोटिक गुरुकुल

ROBOTIC GURUKUL • विज्ञान शृंखला

भौतिक विज्ञानमा वेद

नेपाल माध्यमिक शिक्षा पाठ्यक्रम • कक्षा ९ र १०

SECONDARY LEVEL • GRADE 9 & 10 • VEDA IN PHYSICS

प्रमाणमा आधारित भौतिक विज्ञानमा वैदिक ज्ञानको एकीकृत ग्रन्थ

An Evidence-Based Integration of Vedic Insight in Physics

लेखक:
अथर्ववेदाचार्य नारायण घिमिरे
खाद्य तथा औषधि विज्ञ, क्यानडा

प्रकाशक:
Canadian Vedic Heritage, Toronto, Canada

प्रथम संस्करण: २०२६

॥ कृतज्ञता र समर्पण ॥

क्यानडाको अत्याधुनिक कृषि, हर्बल उद्यम आइडिया इन्कुबेसन, अनुसन्धान तथा नवप्रवर्तन केन्द्रमा खाद्य तथा औषधि वैज्ञानिकका रूपमा 'कटिङ-एज' प्रविधिलाई मानवीयतामैत्री बनाउने कर्ममा लीन रहँदा मैले एउटा गम्भीर सत्य बोध गरेँ। विज्ञानको चरम विकास माझ पनि प्रकृतिमैत्री उत्पादन र जीवनशैली नै मानव अस्तित्वको सबैभन्दा ठूलो आवश्यकता र आगामी पुस्ताको निर्विकल्प माग हो। यही आत्मबोधले मलाई मेरो आधुनिक वैज्ञानिक र वैदिक दक्षतालाई विज्ञान शृंखला अन्तर्गत रोबोटिक गुरुकुल अभियानको शाश्वत गहिराइसँग जोड्न प्रेरित गऱ्यो।

आफूलाई अथर्ववेदाचार्यका रूपमा दीक्षित गर्ने क्रममा जब म अस्तित्ववादी प्रश्नको उत्तर खोजिरहेको थिएँ, तब मेरो चेतना भौतिक शरीर र ब्रह्माण्डको एउटा अत्यन्तै सूक्ष्म एवं रहस्यमय केन्द्रमा ठोक्किन पुग्यो। त्यो केन्द्र थियो 'रोबोटिक गुरुकुल अभियान विज्ञान शृंखला' अन्तर्गत नेपालको माध्यमिक शिक्षा पाठ्यक्रम (कक्षा ९ र १०) को भौतिक विज्ञान भित्र रहेको वेदको ज्ञान समाहित गर्ने एउटा सुनौलो अवसर। सं पाठ्यक्रमलाई नेपालको माटोमैत्री र रैथाने पहिचानयुक्त बनाउन सकिने यही अवसरले मलाई यो 'भौतिक विज्ञानमा वेद' पुस्तक लेख्न अभिप्रेरित गऱ्यो।

विज्ञानसम्मत तत्वज्ञानको परम र अकाट्य पाटो आधुनिक भौतिक विज्ञानको मूल आधार वेदको विद्या समेत जोडेर समग्र ज्ञानको उजागर गर्नु आज नितान्त जरुरी भइसकेको छ। अस्तित्वको त्यही गहिरो अनुभूतिको खोजी र प्राचीन वैदिक ऋषिका ज्ञान-विज्ञानप्रतिको अगाध निष्ठा नै यो पुस्तक लेखनको वास्तविक ऊर्जा हो। मैले आफ्नो क्षमताले भ्याएसम्म यसलाई इमानदारिताका साथ डिकोड गरेर पाठक समक्ष पस्किएको छु।

मैले के गरेँ, कति न्याय गरेँ, यसको निष्पक्ष मूल्याङ्कन र फैसला अब पाठकका रूपमा यहाँहरूकै सहृदयी मन र प्रबुद्ध चेतनामा छोडिदिएको छु।

यस अनुसन्धानमूलक र आध्यात्मिक यात्राको कठिन मोडहरूमा मलाई निरन्तर ऊर्जा, आँसु र प्रेरणा दिने मेरी जीवनसंगिनी तथा सुपुत्र प्रति हार्दिक कृतज्ञता व्यक्त गर्दछु। यो कृतिको शब्द-शब्द, स्पन्दन र भावना मेरी **अर्धाङ्गिनी कल्पना रिजाल** र **सुपुत्र लि घिमिरे**मा सप्रेम समर्पण गर्दछु।

ॐ तत् सत्।
ॐ शान्तिः शान्तिः शान्तिः॥
नारायण घिमिरे।

क्यानेडियन वैदिक हेरिटेज
रोबोटिक गुरुकुल अभियान।
०६ जुलाई २०२६।

रोबोटिक गुरुकुल
ROBOTIC GURUKUL • विज्ञान शृंखला

भौतिक विज्ञानमा वेद

PART I — भौतिक विज्ञान

भौतिक विज्ञान

Veda in Physics • Secondary Level • Grade 9 & 10

वैदिक ज्ञान र आधुनिक विज्ञानको प्रमाण-आधारित एकीकृत ग्रन्थ

An Evidence-Based Integration of Vedic Insight and Modern Science

नेपाल माध्यमिक शिक्षा पाठ्यक्रम — कक्षा ९ र १०

Secondary Level • Grade 9 & 10 • Science

© रोबोटिक गुरुकुल — — विज्ञानमा वेद शृंखला (Veda in Science Series)

यो पाठ्यपुस्तक माध्यमिक तह (कक्षा ९ र १०) का विद्यार्थीहरूका लागि विशेष रूपमा तयार पारिएको हो।

सम्पादकीय तथा वैज्ञानिक नीति (Editorial & Scientific Policy):

- **प्रमाणित विज्ञान (Empirical Science):** यस पुस्तकमा प्रस्तुत गरिएका आधुनिक वैज्ञानिक तथ्यहरू पूर्ण रूपमा प्रयोगसिद्ध र विशेषज्ञ-समीक्षित (**Peer-reviewed**) विज्ञानमा आधारित छन्।
- **वैदिक सन्दर्भ (Vedic Context):** पुस्तकमा उल्लेखित वैदिक तथा प्राचीन सन्दर्भहरूलाई दार्शनिक र सांस्कृतिक प्रेरणा (**Philosophical and Cultural Inspiration**) का रूपमा मात्र प्रस्तुत गरिएको छ। यसलाई आधुनिक विज्ञानको प्रत्यक्ष प्रमाणका रूपमा दाबी गरिएको छैन।
- **स्पष्ट पृथकीकरण (Clear Distinction):** प्रमाणित विज्ञान र परम्परागत विश्वास वा दर्शनलाई पुस्तकमा सधैं स्पष्ट रूपमा छुट्याइएको छ। कुनै पनि श्लोक वा प्राचीन सूत्रलाई आधुनिक वैज्ञानिक आविष्कारको हुबहु वा प्रत्यक्ष प्रमाण मानिएको छैन। तिनको मुख्य उद्देश्य विद्यार्थीहरूमा जिज्ञासा (Curiosity) जगाउनु र विषयवस्तुलाई दार्शनिक पृष्ठभूमि (Philosophical Background) प्रदान गर्नु मात्र हो।

भौतिक विज्ञान (Physics) के हो?

१. आधुनिक विज्ञान अनुसार (Based on Science)

आधुनिक विज्ञानका अनुसार, **भौतिक विज्ञान** (Physics) विज्ञानको त्यो शाखा हो जसले **पदार्थ** (Matter) र **ऊर्जा** (Energy), तथा तिनीहरूबीचको आपसी सम्बन्धको अध्ययन गर्दछ।

- **पदार्थ (Matter):** हाम्रो वरिपरि रहेका, स्थान ओगट्ने र तौल भएका सबै चीजहरू (जस्तै: ठोस, तरल, वा ग्याँस)।
- **ऊर्जा (Energy):** कार्य गर्ने क्षमता (जस्तै: प्रकाश, ताप, ध्वनि, र विद्युत)।

यसले ब्रह्माण्ड कसरी चल्छ भन्ने कुरालाई नियमहरू (Laws) र सिद्धान्तहरू (Theories) मार्फत बुझाउँछ। यस अन्तर्गत हामीले परमाणु (Atom) जस्ता सूक्ष्म कणदेखि लिएर ठूला-ठूला तारा र आकाशगंगा (Galaxies) सम्मको अध्ययन गर्छौं।

मुख्य क्षेत्रहरू (Key Areas):

- **यान्त्रिकी (Mechanics):** वस्तुको गति (Motion) र बल (Force) को अध्ययन।
- **ताप विज्ञान (Thermodynamics):** ताप (Heat) र तापक्रमको अध्ययन।
- **ऑप्टिक्स (Optics):** प्रकाश (Light) र यसको व्यवहारको अध्ययन।
- **इलेक्ट्रोम्याग्नेटिजम (Electromagnetism):** विद्युत (Electricity) र चुम्बकत्व (Magnetism) को अध्ययन।

२. वेद र वैदिक दर्शन अनुसार (Based on Veda)

वैदिक दृष्टिकोणबाट हेर्दा, भौतिक विज्ञान केवल बाह्य जगतको अध्ययन मात्र होइन; यो **'अपर विद्या'** (Material Knowledge) को एक पाटो हो, जसले हामीलाई सृष्टिको भौतिक नियम र यसको सञ्चालन बुझ्न मद्दत गर्दछ। वेदमा भौतिक विज्ञानलाई प्रकृति, पञ्चमहाभूत र ब्रह्माण्डको नियमसँग जोडेर व्याख्या गरिएको छ।

- **ऋत (Rta - Cosmic Order):** ऋग्वेदका अनुसार यो ब्रह्माण्ड एक निश्चित, अपरिवर्तनीय प्राकृतिक नियमद्वारा बाँधिएको छ, जसलाई 'ऋत' भनिन्छ। आधुनिक विज्ञानले जसलाई 'भौतिक नियमहरू' (Laws of Physics) भन्दछ, वेदले त्यसलाई ब्रह्माण्डको शाश्वत नियम (Cosmic Law) मान्दछ।

- **पञ्चमहाभूत (Five Elements):** वैदिक भौतिक शास्त्रका अनुसार सम्पूर्ण भौतिक जगत् पाँचवटा तत्वको संयोजनबाट बनेको छ:
    1. **पृथ्वी (Solid state):** द्रव्यमान वा मास (Mass) भएको अवस्था।
    2. **जल (Liquid state):** तरलता वा प्रवाह (Fluidity)।
    3. **अग्नि (Energy/Plasma):** ताप, प्रकाश र रूपान्तरण (Transformation)।
    4. **वायु (Gaseous state):** गति र बल (Motion and Vector)।
    5. **आकाश (Space/Vacuum):** तरंग (Waves) र कणहरू रहने खाली ठाउँ।

- **ऊर्जा र पदार्थको एकात्मकता (Unity of Matter and Energy):** आधुनिक विज्ञानले $E = mc^2$ मार्फत पदार्थ र ऊर्जा एउटै हुन् भन्नु अगावै, वैदिक दर्शन (विशेष गरी सांख्य र वैशेषिक)

ले **'प्रकृति'** (Matter / Energy) र यसको गतिशीलताको व्याख्या गरिसकेको थियो। कणाद ऋषिले प्रतिपादन गरेको **वैशेषिक सूत्र** मा परमाणु (Atom) को अवधारणा र गतिको सिद्धान्त स्पष्ट रूपमा पाइन्छ।

संक्षिप्त निष्कर्ष (Summary Comparison)

- **आधुनिक विज्ञानले** बाह्य प्रयोग (Experiments) र गणितीय समीकरण (Mathematical Equations) का आधारमा भौतिक संसारको नियम पत्ता लगाउँछ।
- **वेदले** सूक्ष्म र स्थूल संसारको सम्बन्धलाई हेर्दै, यो भौतिक सृष्टि कसरी एउटै चेतना वा नियम (ऋत) द्वारा सञ्चालित छ भन्ने कुराको तात्विक बोध गराउँछ।

वेद र विज्ञान (Veda and Science) को दृष्टिकोण

वेद र विज्ञानको अध्ययन गर्ने क्रममा हामीले एउटा अत्यन्तै गहिरो पक्षलाई मनन गर्नुपर्ने हुन्छ। आधुनिक विज्ञानले यस भौतिक संसारलाई मुख्य गरी तीनवटा शाखाहरूमा बाँडेर अध्ययन गर्दछ:

- **भौतिक विज्ञान (Physics):** यस अन्तर्गत ब्रह्माण्डका आधारभूत तत्वहरू जस्तै: पदार्थ (Matter), ऊर्जा (Energy), बल (Force), र गतिको अध्ययन गरिन्छ।
- **रसायन विज्ञान (Chemistry):** यस अन्तर्गत पदार्थहरूको आन्तरिक संरचना (Structure), तिनीहरूका गुणहरू र दुई वा दुईभन्दा बढी पदार्थहरू बीच हुने रासायनिक प्रतिक्रिया (**Chemical Reaction**) को अध्ययन गरिन्छ।
- **जीव विज्ञान (Biology):** यस अन्तर्गत सजीव प्राणीहरू (Living Organisms), तिनीहरूको जीवन प्रक्रिया र विकासको अध्ययन गरिन्छ।

वैदिक दृष्टिकोण र चेतना (Vedic Perspective and Consciousness):

अर्कोतर्फ, वैदिक दर्शनको दृष्टिकोण अलिक फरक र व्यापक छ। वेदका अनुसार यस ब्रह्माण्डमा रहेका हरेक वस्तुमा एक प्रकारको **सूचना** (Information) वा कोड निहित हुन्छ, चाहे त्यो भौतिक (Physical) होस्, जैविक (Biological) होस्, वा अभौतिक (Non-physical) होस्।

वेदले सजीव र निर्जीवलाई छुट्याउन **'चेतना'** (Consciousness) लाई मुख्य आधार मान्दछ:

- **सजीव (Living):** जुन वस्तु वा तत्वसँग आफूभित्र रहेको सूचना वा अस्तित्वको बोध गर्ने 'चेतना' हुन्छ, त्यसलाई सजीव वा चेतन भनिन्छ।
- **निर्जीव (Non-living):** जुन वस्तुसँग आफूभित्र सूचना भए तापनि त्यसको बोध गर्ने वा महसुस गर्ने 'चेतना' सुसुप्त (Dormant/Hidden) अवस्थामा हुन्छ, त्यसलाई निर्जीव वा जड भनिन्छ।

भौतिक संसारलाई आधुनिक विज्ञानले शाखाहरू (Physics, Chemistry, Biology) छुट्याएर बाहिरी रूपमा अध्ययन गर्छ। तर, वेदले ब्रह्माण्डमा रहेका हरेक वस्तुको केन्द्रमा **'चेतना र सूचना'** (Consciousness and Information) रहेको देख्छ। उदाहरणका लागि, एउटा डीएनए (DNA) मा जीवनको सबै 'सूचना' (Information) हुन्छ, तर जब त्यसमा 'चेतना' (Consciousness) क्रियाशील हुन्छ, तब मात्र जीवनको सुरुवात हुन्छ।

भूमिका (Preface)

यो ग्रन्थ **रोबोटिक गुरुकुल**को **'विज्ञानमा वेद शृंखला'** (Veda in Science Series) अन्तर्गतको **भौतिक विज्ञान (Physics)** खण्ड हो। यो पाठ्यपुस्तक नेपालको माध्यमिक शिक्षा पाठ्यक्रम (Secondary Education Curriculum) का कक्षा ९ र १० का विद्यार्थीहरूलाई लक्षित गरी तयार पारिएको छ। यसको मुख्य उद्देश्य विद्यार्थीहरूलाई विज्ञानको आधारभूत ज्ञान गहिरो, प्रमाण-आधारित (Evidence-based) र सान्दर्भिक ढंगले सिकाउनु हो।

विद्यार्थीहरूको सहजताका लागि प्रत्येक अध्यायलाई **छ वटा खण्ड (Six Sections)** मा व्यवस्थित गरिएको छ:

1. **आधुनिक विज्ञानको विस्तृत व्याख्या (Detailed Explanation of Modern Science):** पाठ्यक्रममा आधारित वैज्ञानिक सिद्धान्तहरूको विस्तृत प्रस्तुति।
2. **वैदिक तथा प्राचीन सन्दर्भ (Vedic and Ancient Context):** विषयवस्तुसँग सम्बन्धित प्राचीन दार्शनिक र वैदिक धारणाहरू।
3. **विज्ञान र वेदबीचको इमानदार विश्लेषण (Honest Analysis):** आधुनिक विज्ञान र प्राचीन चिन्तनबीचको वस्तुनिष्ठ र तार्किक तुलना।
4. **दैनिक जीवन र कक्षा-प्रयोग (Daily Life and Classroom Experiments):** सिद्धान्तहरूलाई व्यावहारिक रूपमा बुझ्नका लागि गरिने क्रियाकलाप।
5. **मुख्य शब्दावली (Key Terminology):** अध्यायमा प्रयोग भएका महत्त्वपूर्ण प्राविधिक शब्दहरू (Technical Words)।
6. **अभ्यास तथा मूल्याङ्कन (Exercises and Evaluation):** सिकाइको परीक्षणका लागि तयार पारिएका विभिन्न स्तरका प्रश्नहरू।

हाम्रो सम्पादकीय सिद्धान्त (Our Editorial Policy)

यस पुस्तकको सम्पादकीय दृष्टिकोण अत्यन्तै स्पष्ट र पारदर्शी छ:

- **प्रमाणित विज्ञान:** पुस्तकमा प्रस्तुत आधुनिक विज्ञानका सबै तथ्यहरू पूर्ण रूपमा प्रयोगसिद्ध र विशेषज्ञ-समीक्षित (**Peer-reviewed**) प्रमाणमा आधारित छन्।
- **दार्शनिक प्रेरणा:** वैदिक श्लोक र प्राचीन सन्दर्भहरूलाई दार्शनिक तथा सांस्कृतिक प्रेरणाका रूपमा मात्र प्रस्तुत गरिएको छ। तिनलाई आधुनिक वैज्ञानिक सूत्रहरूको प्रत्यक्ष 'वैज्ञानिक प्रमाण' (Scientific Proof) का रूपमा दाबी गरिएको छैन।
- **प्रमाण-आधारित टिप्पणी (Evidence-based Note):** प्रमाणित विज्ञान र परम्परागत विश्वासलाई स्पष्ट रूपमा छुट्याउन प्रत्येक अध्यायमा नीलो रङ्गको **'प्रमाण-आधारित टिप्पणी'** बाकस (Blue Box) राखिएको छ।

यस नवीन दृष्टिकोणबाट विद्यार्थीहरूले दुईवटा कुरा सँगसँगै सिक्नेछन्: **पहिलो**—विज्ञानका दृढ नियमहरू र तिनको व्यावहारिक प्रयोग; **दोस्रो**—प्रकृतिप्रति प्रश्न सोध्ने र जिज्ञासु हुने त्यो उत्कृष्ट संस्कार, जुन प्राचीन वैदिक ऋषिहरूदेखि आधुनिक वैज्ञानिकहरू सम्मामा साझा रूपमा पाइन्छ। हाम्रा लागि विज्ञान र संस्कृति एक-अर्काका प्रतिस्पर्धी होइनन्, बल्कि सत्यको खोजी र प्रश्न गर्ने साझा यात्राका सहयात्री हुन्।

विद्यार्थीहरूलाई सुझाव (Tips for Students)

वैज्ञानिक सूत्रहरू (Formulas) लाई केवल घोक्ने प्रयास नगर्नुहोस्, तिनको अन्तर्निहित अर्थ र अवधारणालाई बुझ्नुहोस्। हरेक अध्यायमा हल गरिएका उदाहरणहरू (Solved Examples) लाई आफैँ दोहोर्‍याएर अभ्यास गर्नुहोस्। अभ्यास खण्डमा दिइएका प्रश्नहरूलाई क्रमशः **अवधारणा (Conceptual)** → **गणना (Numerical)** → **अनुप्रयोग (Application)** को चरणवद्ध रूपमा हल गर्दै अगाडि बढ्नुहोस्।

पाठ्यक्रम मानचित्र *Curriculum Map*

PART I: भौतिक विज्ञान (PHYSICS)

कक्षा ९ (Grade 9) — भौतिक विज्ञान Chapters

Chapter	Topic (Nepali)	Topic (English)
7	बल र गति	Force and Motion
8	यन्त्र (साधारण मेसिन)	Simple Machines
9	ऊर्जाका स्रोतहरू	Sources of Energy
10	तरंग	Waves
11	विद्युत	Electricity
12	ब्रह्माण्ड	The Universe

कक्षा ९ (Grade 9) — Detailed Topic Breakdown

Chapter 7: बल र गति (Force and Motion)

Force: types, effects, balanced and unbalanced forces

Distance and displacement

Speed and velocity (uniform, non-uniform, average)

Acceleration

Equations of motion ($v = u + at$, $s = ut + ½at^2$, $v^2 = u^2 + 2as$)

Newton's Laws of Motion (First, Second, Third)

Inertia

Elasticity and Plasticity

Chapter 8: यन्त्र (Simple Machines)

Simple machines and advantages

Mechanical Advantage (MA)

Velocity Ratio (VR)

Efficiency (η)

Relationship between MA, VR, and Efficiency

Lever (types and classes — First class, Second class, Third class)

Pulley (fixed, movable, compound)

Inclined Plane

Wheel and Axle

Screw and Wedge

Compound Machines

Chapter 9: ऊर्जाका स्रोतहरू (Sources of Energy)

Classification of energy sources (renewable/non-renewable)
Solar energy (source, uses, limitations)
Sun as the ultimate source of energy
Nuclear energy (fission, fusion)
Alternative sources (biofuel, tidal, wind, geothermal)
Energy conservation
Biogas (production, advantages)
Solar technology and its applications

Chapter 10: तरंग (Waves)

Types of waves (transverse, longitudinal)
Terms: wavelength, frequency, amplitude, time period
Relationship: $v = f\lambda$
Electromagnetic spectrum
X-ray imaging and CT scan
Reflection of sound (echo)

Chapter 11: विद्युत (Electricity)

Electric current (definition, unit — Ampere)
Electromotive force (EMF) and potential difference
Resistance (definition, unit — Ohm)
Factors affecting resistance in metals
Resistance formula ($R = \rho l/A$)
Conductors, semiconductors, and insulators
Ohm's law ($V = IR$)
Magnet and magnetic field
Properties of magnetic lines of force
Terrestrial magnetism (magnetic elements of earth)
Effects of electric current (heating, lighting, magnetic, chemical)
Electrical power ($P = VI$, $P = I^2R$, $P = V^2/R$)
Commercial unit of energy (kWh)
Combination of resistors (series and parallel circuits)

Chapter 12: ब्रह्माण्ड (The Universe)

Astronomical units (AU, Light year, Parsec)
Nebula and Black Hole
Life cycle of stars
International and national agencies involved in astronomy

कक्षा १० (Grade 10) — भौतिक विज्ञान Chapters

Chapter	Topic (Nepali)	Topic (English)
7	बल र चाल (चाल र बल)	Force and Motion
8	चाप	Pressure
9	ताप शक्ति	Heat Energy
10	तरंग	Waves (Sound & Light)
11	विद्युत र चुम्बकत्व	Electricity and Magnetism
12	ब्रह्माण्ड	The Universe

कक्षा १० (Grade 10) — Detailed Topic Breakdown

Chapter 7: बल र चाल (Force and Motion)

Newton's laws of motion (revision and advanced application)

Momentum ($p = mv$) and impulse ($F \times t$)

Conservation of momentum

Gravitational force and Newton's law of gravitation

Acceleration due to gravity (g)

Mass and weight (difference)

Free fall and weightlessness

Projectile motion basics

Chapter 8: चाप (Pressure)

Pressure in solids ($P = F/A$)

Pressure in liquids ($P = \rho gh$)

Pascal's law and applications

Hydraulic machines (hydraulic press, hydraulic brake)

Atmospheric pressure (measurement, barometer)

Archimedes' principle

Flotation (conditions for floating and sinking)

Upthrust/Buoyancy

Chapter 9: ताप शक्ति (Heat Energy)

Heat and temperature (difference)

Thermometer (types, scales — Celsius, Fahrenheit, Kelvin)

Specific heat capacity ($Q = mc\Delta T$)

Calorimetry (principle of heat exchange)

Change of state (melting, boiling, condensation, solidification)

Latent heat (of fusion, of vaporization)

Heat transfer — Conduction (thermal conductivity)

Heat transfer — Convection (natural, forced)

Heat transfer — Radiation (properties, applications)

Chapter 10: तरंग (Waves — Sound & Light)

Sound: production and propagation
Medium requirement for sound
Reflection of sound (echo)
Conditions for echo (minimum distance)
Reverberation
Speed of sound in different media (solid > liquid > gas)
Characteristics of sound (pitch, loudness, quality/timbre)
Audible range, infrasonic, ultrasonic
Light: reflection (laws of reflection)
Refraction (laws of refraction, Snell's law)
Spherical mirrors (concave, convex — terms, ray diagrams)
Mirror formula (1/f = 1/v + 1/u)
Lenses (convex, concave — terms, ray diagrams)
Lens formula (1/f = 1/v - 1/u)
Image formation by mirrors and lenses
Magnification
Human eye and defects of vision (myopia, hypermetropia)

Chapter 11: विद्युत र चुम्बकत्व (Electricity and Magnetism)

Electric current and circuits (revision)
Ohm's law (V = IR) — verification and applications
Resistance combination — Series ($R = R_1 + R_2 + ...$)
Resistance combination — Parallel ($1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + ...$)
Electrical power (P = VI) and energy (E = Pt)
Cost of electricity (units consumed × rate)
Domestic wiring (live, neutral, earth; fuse, MCB)
Magnetic field and magnetic lines of force
Electromagnets (construction, uses)
Fleming's Left Hand Rule
Electric motor (principle, construction, working)
Electromagnetic induction (Faraday's law)
Fleming's Right Hand Rule
Electric generator (principle, AC and DC)
Transformer (step-up, step-down — basic principle)

Chapter 12: ब्रह्माण्ड (The Universe)

Solar system (planets, dwarf planets)
Satellites (natural and artificial)
Types of artificial satellites (geostationary, polar)
Space technology and exploration

कक्षा ९ • अध्याय ७

बल र गति

Force and Motion

यस अध्यायमा ***In this chapter***

- बल (force) को परिभाषा, प्रकार, र सन्तुलित–असन्तुलित बलको भिन्नता बुझ्ने
- दूरी (distance) र विस्थापन (displacement), चाल (speed) र वेग (velocity), त्वरण (acceleration) पहिचान गर्ने
- गतिका समीकरण ($v = u + at$, $s = ut + ½at^2$, $v^2 = u^2 + 2as$) प्रयोग गरी समस्या हल गर्ने
- न्यूटनका गतिका तीन नियम र जडत्व (inertia) को अवधारणा व्याख्या गर्ने
- प्रत्यास्थता (elasticity) र सुघट्यता (plasticity) छुट्याउने

१ आधुनिक विज्ञानको व्याख्या (Modern Science)

बल र गति (Force and Motion)

बल (Force) र **गति (Motion)** भौतिक विज्ञानका अत्यन्तै आधारभूत अवधारणाहरू (Fundamental Concepts) हुन्। हाम्रो वरिपरि दैनिक जीवनमा देखिने प्रत्येक परिवर्तन जस्तै कुनै वस्तु चल्नु, गुडिरहेको वस्तु रोकिनु, गुड्दै गरेको साइकलको दिशा बदल्नु वा बेलुनलाई थिच्दा त्यसको आकार बिग्रनु, सबै कुरा बलको उपस्थिति वा अनुपस्थितिसँग जोडिएका हुन्छन्।

भौतिक विज्ञानको परिभाषा अनुसार:

बल (Force): बल भन्नाले कुनै पनि वस्तुमाथि गरिने त्यस्तो बाह्य प्रभाव (Push or Pull) लाई बुझाउँछ, जसले स्थिर रहेको वस्तुलाई गतिमा ल्याउँछ वा गतिमा रहेको वस्तुलाई स्थिर (रोक्न) बनाउँछ। यसले वस्तुको वेग (Velocity) अर्थात् त्यसको गति (Speed) र दिशा (Direction) परिवर्तन गराउन सक्छ, वा त्यस वस्तुको आकारमा विकृति (**Deformation**) ल्याउन सक्छ।

बलका मुख्य विशेषताहरू:

- **सदिश राशि (Vector Quantity):** बल एक सदिश (Vector) राशि हो। यसको अर्थ बलको पूर्ण व्याख्या गर्नका लागि परिमाण (**Magnitude**) र दिशा (**Direction**) दुवैको आवश्यकता पर्दछ। (उदाहरणका लागि: ५ न्यूटन बल मात्र भनेर पुग्दैन, त्यो बल पूर्व वा पश्चिम कुन दिशातिर लागिरहेको छ भन्नु आवश्यक हुन्छ)।
- **SI एकाइ (SI Unit):** बललाई नाप्ने अन्तर्राष्ट्रिय एकाइ **न्यूटन** (**Newton**) हो, जसलाई छोटकरीमा **N** संकेतले जनाइन्छ।

एक न्यूटन (1 N) बल भनेको कति हो?

एक न्यूटन (1 N) भन्नाले त्यो बललाई बुझाउँछ, जसले १ किलोग्राम (**1 kg**) द्रव्यमान (**Mass**) भएको कुनै वस्तुमा $1\ m/s^2$(१ मिटर प्रति वर्ग सेकेन्ड) को त्वरण (**Acceleration**) उत्पन्न गराउन सक्छ।

यसलाई गणितीय रूपमा न्यूटनको गतिको दोस्रो नियम अनुसार यसरी लेखिन्छ:

$$\text{बल } (F) = \text{द्रव्यमान } (m) \times \text{त्वरण } (a)$$

$$1\ N = 1\ kg \times 1\ m/s^2$$

बलका प्रकार *(Types of force)*

भौतिक विज्ञानमा बलहरू कसरी काम गर्छन् भन्ने आधारमा तिनलाई मुख्यतया दुई समूहमा वर्गीकरण गरिन्छ:

१. सम्पर्क बल (Contact Force): दुईवटा वस्तुहरूको सतह एकापसमा प्रत्यक्ष रूपमा छोइँदा (सम्पर्कमा आउँदा) मात्र लाग्ने बललाई सम्पर्क बल भनिन्छ।

- ***उदाहरणहरू:*** धक्का (**Push/Pull**), तनाव (**Tension**), घर्षण बल (**Friction Force**), सामान्य बल (**Normal Force**), र स्प्रिङ बल (**Spring Force**)।
- ***व्यावहारिक उदाहरण:*** टेबलमा राखिएको किताबलाई टेबलको सतहले माथितिर धकेल्ने बल 'सामान्य बल' (Normal Force) हो, जुन किताब र टेबल नछोईकन सम्भव हुँदैन।

२. अ-सम्पर्क वा क्षेत्र बल (Non-contact / Field Force): दुईवटा वस्तुहरू एकापसमा नछोइकन नै एक-अर्कामा टाढैबाट लाग्ने बललाई अ-सम्पर्क वा क्षेत्र बल भनिन्छ। यस्ता बलहरूले एउटा निश्चित क्षेत्र (Field) मार्फत काम गर्छन्।

- ***उदाहरणहरू:*** गुरुत्वाकर्षण बल (**Gravitational Force**), स्थिर विद्युतीय बल (**Electrostatic Force**), र चुम्बकीय बल (**Magnetic Force**)।
- ***व्यावहारिक उदाहरण:*** रूखबाट स्याउ भुइँमा खस्नु। यहाँ स्याउ र पृथ्वी एकापसमा जोडिएका हुँदैनन्, तैपनि पृथ्वीको अदृश्य गुरुत्वाकर्षण बलले स्याउलाई आफूतिर तान्छ।

सन्तुलित र असन्तुलित बल (Balanced and Unbalanced Forces):

- **सन्तुलित बल (Balanced Force):** जब कुनै वस्तुमा एकैपटक धेरै वटा बलहरू लाग्छन् र तिनीहरूको कुल योगफल वा परिणामी बल (**Net Force**) शून्य (0) हुन्छ, तब त्यसलाई सन्तुलित बल भनिन्छ। यस्तो अवस्थामा वस्तुको साविकको गति वा स्थिर अवस्थामा कुनै परिवर्तन हुँदैन।
- **असन्तुलित बल (Unbalanced Force):** जब वस्तुमा लाग्ने बलहरूको कुल योगफल (Net Force) शून्य हुँदैन, तब त्यसलाई असन्तुलित बल भनिन्छ। असन्तुलित बलले मात्र स्थिर वस्तुलाई गतिमा ल्याउन वा गतिशील वस्तुमा त्वरण (**Acceleration**) उत्पन्न गराउन सक्छ।

दूरी, विस्थापन, चाल र वेग (Distance, Displacement, Speed, and Velocity)

गति (Motion) लाई राम्रोसँग बुझ्नका लागि यी चारवटा परिभाषाहरू स्पष्ट हुनुपर्छ:

१. दूरी (Distance): कुनै गतिशील वस्तुले तय गरेको कुल बाटोको लम्बाईलाई दूरी भनिन्छ।

- यो एक **अदिश (Scalar)** राशि हो, किनभने यसलाई व्यक्त गर्न दिशा चाहिँदैन, केवल परिमाण (Magnitude) भए पुग्छ।

२. विस्थापन (Displacement): वस्तुको सुरुको स्थान (Initial Position) र अन्तिम स्थान (Final Position) बीचको सबैभन्दा छोटो वा सिधा दूरीलाई विस्थापन भनिन्छ।

- यो एक **सदिश (Vector)** राशि हो, किनभने यसको निश्चित परिमाण र निश्चित दिशा दुवै हुन्छ।

३. चाल (Speed): कुनै वस्तुले एकाइ समयमा (In unit time) तय गरेको दूरीलाई चाल भनिन्छ।

- यो **अदिश (Scalar)** राशि हो। यसको SI एकाइ मिटर प्रति सेकेन्ड (m/s) हो।

$$\text{चाल (Speed)} = \frac{\text{दूरी (Distance)}}{\text{समय (Time)}}$$

४. वेग (Velocity): कुनै वस्तुले एकाइ समयमा निश्चित दिशातिर तय गरेको विस्थापनलाई वेग भनिन्छ।

- यो **सदिश (Vector)** राशि हो। यसको SI एकाइ पनि मिटर प्रति सेकेन्ड (m/s) नै हो।

$$\text{वेग (Velocity)} = \frac{\text{विस्थापन (Displacement)}}{\text{समय (Time)}}$$

गतिका प्रकार (Types of Motion):

- **एकसमान गति (Uniform Motion):** यदि कुनै वस्तुको वेग सधैं समान रहन्छ (परिवर्तन हुँदैन) भने त्यसलाई एकसमान गति भनिन्छ।
- **असमान गति (Non-uniform Motion):** यदि वस्तुको वेग समय अनुसार फरक-फरक वा परिवर्तन भइरहन्छ भने त्यसलाई असमान गति भनिन्छ।

त्वरण र गतिका समीकरण *(Acceleration & equations of motion)*

त्वरण (Acceleration - a):

कुनै पनि गतिशील वस्तुको एकाइ समयमा वेगमा आउने परिवर्तनको दरलाई त्वरण भनिन्छ। सरल भाषामा भन्दा, वस्तुको गति कति तीव्र गतिले बढिरहेको वा घटिरहेको छ भन्ने कुरा नै त्वरण हो।

$$\text{त्वरण (a)} = \frac{\text{वेगमा भएको परिवर्तन (Change in Velocity)}}{\text{लागेको समय (Time taken)}}$$

यदि कुनै वस्तुको प्रारम्भिक वेग (Initial velocity) 'u' छ र 't' समयपछि त्यसको अन्तिम वेग (Final velocity) 'v' हुन्छ भने:

$$a = \frac{v - u}{t}$$

- SI एकाइ: त्वरणको अन्तर्राष्ट्रिय एकाइ मिटर प्रति वर्ग सेकेन्ड (m/s^2 वा ms^{-2}) हो।
- ऋणात्मक त्वरण (Negative Acceleration/Retardation): यदि समयसँगै वस्तुको वेग घट्दै जान्छ भने त्यसलाई मन्दन (Retardation वा Deceleration) भनिन्छ।

गतिका तीन समीकरणहरू (Three Equations of Motion)

एकसमान त्वरण (Uniform Acceleration) मा सीधा रेखामा गुडिरहेको कुनै पनि वस्तुको गति बुझ्नका लागि तीनवटा मुख्य समीकरणहरू प्रयोग गरिन्छ।

यहाँ:

- u = प्रारम्भिक वेग (Initial Velocity)
- v = अन्तिम वेग (Final Velocity)
- a = त्वरण (Acceleration)
- t = समय (Time)
- s = विस्थापन वा तय गरेको दूरी (Displacement / Distance)

१. पहिलो समीकरण (वेग-समय सम्बन्ध):

$$\boldsymbol{v = u + at}$$

२. दोस्रो समीकरण (विस्थापन-समय सम्बन्ध):

$$\boldsymbol{s = ut + \frac{1}{2}at^2}$$

३. तेस्रो समीकरण (वेग-विस्थापन सम्बन्ध):

$$\boldsymbol{v^2 = u^2 + 2as}$$

हल गरिएको उदाहरण (Worked Example)

प्रश्न: विश्राम अवस्था (Rest) बाट गुड्न सुरु गरेको एउटा मोटरसाइकल 4 m/s^2 को एकसमान त्वरणले ५ सेकेन्डसम्म चल्छ। उक्त मोटरसाइकलको अन्तिम वेग र त्यसले तय गरेको कुल दूरी पत्ता लगाउनुहोस्।

हल (Solution):

यहाँ, दिएका जानकारीहरू (Given):

- प्रारम्भिक वेग (u) = 0 m/s *(विश्राम अवस्थाबाट सुरु भएकाले)*
- त्वरण (a) = 4 m/s^2
- समय (t) = 5 s
- अन्तिम वेग (v) = ?
- तय गरेको दूरी (s) = ?

१. अन्तिम वेग (v) पत्ता लगाउन गतिको पहिलो समीकरण अनुसार:

$$v = u + at$$

$$v = 0 + (4 \times 5)$$

$$v = 20 \text{ m/s}$$

२. तय गरेको दूरी (s) पत्ता लगाउन गतिको दोस्रो समीकरण अनुसार:

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$s = (0 \times 5) + \frac{1}{2} \times 4 \times (5)^2$$

$$s = 0 + \frac{1}{2} \times 4 \times 25$$

$$s = 2 \times 25$$

$$s = 50 \text{ मिटर (m)}$$

उत्तर: उक्त मोटरसाइकलको अन्तिम वेग 20 m/s र त्यसले तय गरेको कुल दूरी 50 m हुन्छ।

न्यूटनका गतिका नियम *(Newton's laws of motion)*

सर आइज्याक न्यूटन (Sir Isaac Newton) ले बल र गतिबीचको सम्बन्धलाई बुझाउन तीनवटा महत्त्वपूर्ण नियमहरू प्रतिपादन गरेका छन्, जसलाई न्यूटनका गतिका नियमहरू भनिन्छ:

१. पहिलो नियम - जडत्वको नियम (First Law - Law of Inertia):

यस नियम अनुसार, यदि कुनै वस्तु विश्राम अवस्था (Rest) मा छ भने बाह्य असन्तुलित बल (External Unbalanced Force) नलागेसम्म त्यो विश्राम अवस्थामै रहन्छ। त्यसैगरी, यदि कुनै वस्तु सीधा रेखामा एकसमान वेगले गतिशील छ भने बाह्य बल नलागेसम्म त्यो सोही वेगमा गतिशील नै रहन्छ।

- ***व्यावहारिक उदाहरण:*** गुडिरहेको बसमा अचानक ब्रेक लाग्दा बसमा सवार यात्रुहरू अगाडितर्फ झुक्छन्। यसो हुनुको कारण शरीरको तल्लो भाग बससँगै रोकिन्छ, तर माथिल्लो भाग 'जडत्व' (Inertia) का कारण गतिमै रहन खोज्छ।

- **२. दोस्रो नियम (Second Law - $F = ma$):**

यस नियम अनुसार, कुनै पनि वस्तुमा उत्पन्न हुने त्वरण (Acceleration) त्यसमा लगाइएको कुल बलसँग समानुपातिक (Directly Proportional) र त्यसको द्रव्यमान (Mass) सँग व्युत्क्रमानुपातिक (Inversely Proportional) हुन्छ। सरल भाषामा भन्दा, वस्तुमा लाग्ने समष्टिगत बल त्यसको द्रव्यमान र त्वरणको गुणनफल बराबर हुन्छ।

$$\text{बल (F)} = \text{द्रव्यमान (m)} \times \text{त्वरण (a)}$$

- ***मुख्य बुँदा:*** यदि बल समान छ भने, कम द्रव्यमान (हल्का) भएको वस्तुमा धेरै त्वरण उत्पन्न हुन्छ र धेरै द्रव्यमान (गह्रौँ) भएको वस्तुमा कम त्वरण उत्पन्न हुन्छ।

- **३. तेस्रो नियम - क्रिया र प्रतिक्रियाको नियम (Third Law - Action and Reaction):**

यस नियम अनुसार, प्रत्येक क्रिया (Action) को सधैँ बराबर तर विपरीत दिशामा प्रतिक्रिया (Opposite Reaction) हुन्छ। यसको अर्थ बलहरू सधैँ जोडी (Pairs) मा काम गर्छन्।

- ***व्यावहारिक उदाहरण:*** रकेट आकाशमा उड्नु। रकेटको इन्जिनबाट तीव्र गतिमा तातो ग्यास पछाडितर्फ निस्कन्छ (क्रिया), जसको प्रतिक्रियास्वरूप रकेट समान बलका साथ अगाडितर्फ (माथितिर) धकेलिन्छ (प्रतिक्रिया)।

हल गरिएको उदाहरण (Worked Example - Newton's Second Law)

प्रश्न: 2 kg द्रव्यमान (Mass) भएको एउटा वस्तुमा 10 N बल (Force) लगाउँदा त्यसमा कति त्वरण (Acceleration) उत्पन्न हुन्छ? यदि सोही बल 5 kg द्रव्यमान भएको वस्तुमा लगाइयो भने त्वरण कति होला?

हल (Solution):

भाग १: जब द्रव्यमान (m) = 2 kg छ

- बल (F) = 10 N
- त्वरण (a) = ?

न्यूटनको गतिको दोस्रो नियम अनुसार:

$$F = m \times a \Rightarrow a = \frac{F}{m}$$

$$a = \frac{10\ \text{N}}{2\ \text{kg}}$$

$$a = 5\ \text{m/s}^2$$

भाग २: जब द्रव्यमान (m) = 5 kg छ

- बल (F) = 10 N (समान बल)
- त्वरण (a) = ?

$$a = \frac{F}{m}$$

$$a = \frac{10\ \text{N}}{5\ \text{kg}}$$

$$a = 2\ \text{m/s}^2$$

निष्कर्ष: द्रव्यमान बढ्दा (2 kg बाट 5 kg हुँदा) समान बल लगाउँदा पनि त्वरण घटेर 5 m/s^2 बाट 2 m/s^2 मात्र हुन पुग्यो। यसले प्रमाणित गर्छ कि गह्रौं वस्तुलाई गति दिन धेरै बल चाहिन्छ।

जडत्व, प्रत्यास्थता र सुघट्यता *(Inertia, elasticity & plasticity)*

वस्तुले भौतिक विज्ञानमा पदार्थ वा वस्तुका आफ्नै केही स्वाभाविक गुणहरू हुन्छन्, जसले गर्दा तिनीहरूले बाह्य बल (External Force) प्रति फरक-फरक व्यवहार देखाउँछन्। तीमध्ये तीनवटा मुख्य गुणहरू निम्न अनुसार छन्:

१. जडत्व (Inertia): कुनै पनि वस्तुले आफ्नो साविकको अवस्था (चाहे त्यो विश्राम अवस्था होस् वा सीधा रेखामा एकसमान गतिको अवस्था) लाई परिवर्तन नगरी जस्ताको तस्तै कायम राख्न खोज्ने स्वाभाविक प्रवृत्ति वा गुणलाई **जडत्व** भनिन्छ।

- **द्रव्यमान र जडत्वको सम्बन्ध:** वस्तुको द्रव्यमान (**Mass**) जति धेरै हुन्छ, त्यसको जडत्व पनि त्यति नै धेरै हुन्छ। उदाहरणका लागि, एउटा सानो प्लास्टिकको बललाई लात हान्नु र त्यत्रै आकारको ढुङ्गालाई लात हान्नुमा धेरै फरक हुन्छ । ढुङ्गाको द्रव्यमान धेरै भएकाले त्यसले आफ्नो अवस्था परिवर्तन गर्न बढी प्रतिरोध (Resist) गर्छ। त्यसैले, द्रव्यमानलाई नै जडत्वको परिमाणात्मक माप (Measure of Inertia) मानिन्छ।
- यसका दुई प्रकार हुन्छन्: **विश्रामको जडत्व** (Inertia of Rest) र **गतिको जडत्व** (Inertia of Motion)।

२. प्रत्यास्थता (Elasticity): बाह्य बल लगाएर कुनै वस्तुको आकार वा स्वरूप परिवर्तन गरिदिएपछि, उक्त बललाई हटाउँदा वस्तु पुनः आफ्नो पहिलोकै मूल आकार र स्वरूपमा फर्कने गुणलाई **प्रत्यास्थता** भनिन्छ।

- ***व्यावहारिक उदाहरण:*** रबर ब्यान्ड (**Rubber band**) वा स्प्रिङ (**Spring**)। यसलाई तन्काउँदा आकार बदलिन्छ, तर हात छोडिदिनासाथ यो तुरुन्तै आफ्नै पुरानो आकारमा फर्कन्छ।

३. सुघट्यता (Plasticity): बाह्य बल लगाएर वस्तुको आकार परिवर्तन गरिसकेपछि, उक्त बललाई हटाउँदा पनि वस्तु आफ्नो पुरानो अवस्थामा नफर्की नयाँ वा परिवर्तित आकारमै रहिरहने गुणलाई **सुघट्यता** भनिन्छ।

- ***व्यावहारिक उदाहरण:*** भिजाइएको गिलो माटो (**Wet Clay**), मखमली माटो **(Play-Doh)**, वा तताएर आकार दिइएको धातु। यदि तपाईंले गिलो माटोको डल्लोलाई थिचेर चेप्टो बनाउनुभयो भने बल हटाए पनि त्यो आफैँ कडा वा गोलो आकारमा फर्कँदैन; बरु चेप्टै अवस्थामा रहिरहन्छ।

२ सम्बन्धित वैदिक/प्राचीन सन्दर्भ (Vedic Reference)

वैदिक दर्शनमा सृष्टि, गति (Motion) र परिवर्तनका मूल प्रश्नहरू अत्यन्तै गहिरो गरी उठाइएका छन्। ऋषिमुनिहरूले भौतिक संसारको गतिशीलता र यसलाई चलाउने अदृश्य नियमहरूको लामो समय अनुसन्धान गरेका थिए। सृष्टिको रहस्यबारे प्रश्न गर्ने सबैभन्दा प्रसिद्ध रचना **नासदीय सूक्त (Nāsadīya Sūkta)** हो । यसले ब्रह्माण्ड उत्पत्ति हुनुअघिको त्यो अवस्थाको वर्णन गर्छ जहाँ न त पदार्थ (Matter) थियो, न गति, न त अन्तरिक्ष (Space) नै थियो:

> ***नासदासीन्नो सदासीत्तदानीं***
> ***नासीद्रजो नो व्योमा परो यत् ।***
> ***किमावरीवः कुह कस्य शर्मन्***
> ***अम्भः किमासीद्गहनं गभीरम् ॥***
> ***— ऋग्वेद १०.१२९.१ (नासदीय सूक्त)***

सरल अर्थ: सृष्टिको आदिम अवस्थामा न 'असत्' (Non-existence) थियो न 'सत्' (Existence)। न त त्यहाँ वायु वा आकाश (Space) नै थियो। यो ब्रह्माण्ड पूर्णतः गतिहीन र सुसुप्त अवस्थामा थियो। जब त्यसमा पहिलो स्पन्दन वा गति (Vibration/Motion) पैदा भयो, तब मात्र भौतिक सृष्टिको सुरुवात भयो।

महर्षि कणादको वैशेषिक सूत्र र गतिको सिद्धान्त (Kanada's Vaisheshika Sutra and Law of Motion)

प्राचीन समयमा महर्षि कणादद्वारा रचित **वैशेषिक सूत्रहरू** अत्यन्तै संक्षिप्त र सुत्रबद्ध (Cryptic) रूपमा लेखिएका थिए। विषयवस्तुको क्रमलाई अझ सरल र सुस्पष्ट बनाउन पछि **महर्षि प्रशस्तपाद**ले एक प्रस्ट व्याख्यासहित **'पदार्थ धर्मसंग्रह'** नामक भाष्य (Commentary) ग्रन्थ तयार गर्नुभयो। प्रशस्तपादलाई वैशेषिक दर्शनको प्रमुख प्रवक्तासमेत मानिन्छ। 'पदार्थ धर्मसंग्रह' मा गति र बलको सम्बन्धलाई बुझाउँदै भनिएको छ:

वेगो पञ्चसु द्रव्येषु निमित्त–विशेषापेक्षात्कर्मणो जायते नियतदिक्क्रिया प्रबंध हेतुः
स्पर्शवद्द्रव्यसंयोग विशेष विरोधी क्वचित्कारण गुण पूर्ण क्रमेणोत्पद्यते ।

सरल भावार्थ:

भौतिक स्वरूप भएका वस्तुहरूमा **वेग** (Motion/Velocity) त्यसको 'निमित्त' अर्थात् बाह्य विशेष बल (**Impressed Force**) का कारण उत्पन्न हुन्छ। यो बलले वस्तुको गतिलाई एक निश्चित दिशा (Directional Motion) प्रदान गर्दछ। जब यो गतिको विपरीत दिशामा अर्को कुनै संयोग वा अवरोध (Opposite Force) आउँछ, तब त्यो गति नष्ट वा सन्तुलित हुन पुग्दछ।

कणादद्वारा प्रतिपादित वैशेषिक सूत्रहरूको भाष्य वा व्याख्यालाई क्रमगत वैशेषिक दर्शनका रूपमा प्रशस्तपादले संयोजन गरे ।

। वेगः निमित्तविशेषात कर्मणो जायते।
वेगः निमित्तापेक्षात कर्मणो जायते नियतदिक क्रियाप्रबन्धहेतु।
।वेगः संयोगविशेषविरोधी।

महर्षि प्रशस्तपादले संयोजन गर्नुभएको यसै भाष्यलाई तीनवटा स-साना सूत्रमा वर्गीकरण गरेर हेर्दा, यसले आधुनिक विज्ञानका पिता सर आइज्याक न्यूटनको गति सम्बन्धका चर्चित तीन नियमसँगै हुबहु मिल्ने देखिन्छ । अचम्मको दार्शनिक समानता राख्दछ ।

१. वैशेषिक दर्शन: प्रथम सूत्र (Inertia वा जडत्वको नियमसँग तुलना)

।। वेगः निमित्तविशेषात कर्मणो जायते ।।
(वेगः निमित्त-विशेषात् कर्मणो जायते)

- **अर्थ:** कुनै पनि वस्तुको साविकको अवस्था वा गतिमा परिवर्तन आउनुको मुख्य कारण त्यसलाई प्रभावित पार्ने बाह्य 'निमित्त' वा शक्ति (Force) हो।
- **वैज्ञानिक भावार्थ:** जबसम्म कुनै बाह्य प्रभावशाली बल (External Force) उपस्थित हुँदैन, तबसम्म स्थिर रहेको वस्तु स्थिर रहन्छ र गतिशील रहेको वस्तु निश्चित दिशामा गतिशील नै रहन्छ। यो अवधारणा न्यूटनको **गतिको पहिलो नियम** (Law of Inertia) सँग मेल खान्छ।

२. वैशेषिक दर्शन: द्वितीय सूत्र ($F = ma$ वा संवेगको नियमसँग तुलना)

।। वेगः नियतदिक्क्रियाप्रबन्धहेतु ।।
(वेगः नियत-दिक्-क्रिया-प्रबन्ध-हेतु)

- **अर्थ:** वस्तुको गतिमा आउने परिवर्तन (Change of Motion), त्यसमा लगाइएको प्रभावशाली बाह्य बलको अनुपातमा हुन्छ र गति सोही बलकै दिशाउन्मुख (In the direction of force) हुन्छ।
- **वैज्ञानिक भावार्थ:** कुनै पनि वस्तुमा उत्पन्न हुने गति वा त्वरण (Acceleration) कति हुन्छ भन्ने कुरा त्यसमा लगाइएको बाह्य बलको परिमाणले निर्धारण गर्छ। बल जुन दिशातिर लगाइन्छ, वस्तुमा उत्पन्न हुने गति पनि त्यतैतर्फ लक्षित हुन्छ। यो व्याख्या न्यूटनको **गतिको दोस्रो नियम**सँग समानता राख्दछ।

३. वैशेषिक दर्शन: तृतीय सूत्र (क्रिया र प्रतिक्रियाको नियमसँग तुलना)

।। वेगः संयोगविशेषविरोधी ।।
(वेगः संयोग-विशेष-विरोधी)

- **अर्थ:** जब दुई वस्तुहरूको संयोग (Action) हुन्छ, तब त्यहाँ विपरीत दिशामा काम गर्ने अर्को प्रतिक्रियात्मक अवरोध वा बल (Opposite Reaction) पनि उत्पन्न हुन्छ।
- **वैज्ञानिक भावार्थ:** भौतिक संसारमा बलहरू एक्लै हुँदैनन्, तिनीहरू जोडीमा हुन्छन्। प्रत्येक क्रियाको सधैँ बराबर तर विपरीत दिशामा प्रतिक्रिया पैदा हुन्छ। यो सिद्धान्त न्यूटनको **गतिको तेस्रो नियम** (Action and Reaction) को दार्शनिक स्वरूप हो।

विद्यार्थीहरूले मनन गर्नुपर्ने मुख्य बुँदा (Important Note)

विज्ञान र दर्शनको सुन्दर संगम: यहाँ विद्यार्थीहरूले के ध्यान दिनुपर्छ भने, प्राचीन ऋषिहरूले यी नियमहरूलाई **दार्शनिक र तार्किक** (Philosophical and Logical) दृष्टिकोणबाट बुझाएका थिए, जबकि आधुनिक विज्ञानले यसलाई प्रयोगशालामा प्रयोग गरेर र गणितीय समीकरणहरू (जस्तै: $F = ma$) दिएर प्रमाणित गर्‍यो। त्यसैले, प्राचीन चिन्तनले हामीलाई जिज्ञासाको बाटो देखाउँछ भने आधुनिक विज्ञानले त्यसलाई नाप्ने र प्रयोग गर्ने आधार दिन्छ।

३ विज्ञान र वेद विश्लेषण (Science–Veda Analysis)

आधुनिक भौतिक विज्ञानका नियमहरू र प्राचीन वैदिक सूक्त तथा सूत्रहरू दुईबीचको वास्तविक सम्बन्ध र भिन्नतालाई इमानदार र तार्किक रूपमा विश्लेषण गरौँ:

- **जिज्ञासा र प्रश्न गर्ने साझा संस्कार (Shared Culture of Curiosity):** ऋग्वेदको नासदीय सूक्तले प्रत्यक्ष रूपमा न्यूटनको गति सम्बन्धी नियम वा गणितीय समीकरणहरू सिकाउँदैन। तर, यसले प्रकृतिलाई हेर्ने, निरीक्षण गर्ने र यसका रहस्यहरूप्रति गहिरो प्रश्न उठाउने एउटा बलियो **वैज्ञानिक प्रवृत्ति** (Scientific Outlook) को जग देखाउँछ। आधुनिक विज्ञान पनि यही अवलोकन (Observation) र प्रश्न गर्ने संस्कारबाट नै सुरु हुन्छ।

- **दार्शनिक पृष्ठभूमि र आधुनिक अनुसन्धान (Philosophical Background & Modern Research):** सूक्तमा सोधिएको 'यो सृष्टि कसरी र कहिले सुरु भयो?' भन्ने प्रश्न र आजको आधुनिक **ब्रह्माण्ड विज्ञान** (Cosmology) तथा **महाविस्फोट सिद्धान्त** (Big Bang Theory) को अनुसन्धानको मूल उद्देश्य एउटै हो।

- **दर्शन र गणितको फरक (Difference between Philosophy and Mathematics):** वैदिक दृष्टिले ब्रह्माण्डको नियमलाई दार्शनिक प्रश्नका रूपमा प्रस्तुत गर्छ। आधुनिक विज्ञानले भने तिनै प्रश्नहरूमाथि

प्रयोगशालामा **प्रयोग** (Experiments), **मापन** (Measurement), र **गणित** (Mathematics) थपेर अकाट्य नियम र सूत्रहरू (जस्तै: $F = ma$) निर्माण गर्दछ।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी ***Evidence Check***

विज्ञान र वैदिक सनातन संस्कृति एक-अर्काको विरोधी होइनन्। वैदिक चिन्तनले सोच्ने र प्रश्न गर्ने बाटो देखाउँछ भने आधुनिक विज्ञानले त्यसलाई नापेर र प्रमाणित गरेर संसारको हितमा प्रयोग गर्न सिकाउँछ।

🔍 **प्रमाणित विज्ञान (Empirical Science):**
सर आइज्याक न्यूटनका तीन नियमहरू, गतिका समीकरणहरू, र $F = ma$ को सिद्धान्त संसारभरका असंख्य प्रयोगशालामा गरिएका प्रयोगहरू, भूउपग्रह (Satellite) प्रक्षेपण, र आधुनिक इन्जिनियरिङ (Engineering) द्वारा पूर्ण रूपमा प्रमाणित र अकाट्य भइसकेका तथ्य हुन्।

🕉 **दार्शनिक सन्दर्भ (Philosophical Context):**

नासदीय सूक्त वा वैशेषिक सूत्रको वास्तविक मूल्य कुनै प्रयोगशालाको 'वैज्ञानिक प्रमाण' मा होइन, बरु हजारौँ वर्ष अगाडि नै मानव मस्तिष्कले प्रकृतिलाई कति गहिराइसँग बुझ्न र प्रश्न गर्न सक्थ्यो भन्ने कुराको प्रमाण हुनुमा छ। त्यसैले, कुनै पनि प्राचीन श्लोक वा सूत्रलाई आधुनिक गणितीय नियमको हुबहु वा प्रत्यक्ष प्रमाणका रूपमा दाबी गर्नु उपयुक्त हुँदैन। यिनीहरूको भूमिका जिज्ञासा र गौरवको भावना जगाउन उपयोग गर्न उपयुक्त देखिन्छ।

४ दैनिक जीवन र कक्षा-प्रयोग (Application)

भौतिक विज्ञानलाई केवल पुस्तकमा पढेर मात्र पुग्दैन । यसलाई आफ्नै आँखाले देखेर र प्रयोग गरेर महसुस गर्न सकिन्छ। हाम्रा आदरणीय ऋषिहरूले पनि प्रकृतिको अवलोकन गरेर नै ज्ञान प्राप्त गरेका थिए। यहाँ कक्षाकोठा वा घरमै सजिलै गर्न सकिने केही रोमान्चक प्रयोगहरू दिइएका छन् । जसबाट स्वयंले न्यूटनका नियमहरू र जडत्वको परीक्षण गर्न सकिन्छ।

१. सिक्का र गिलासबिचको खेल (विश्रामको जडत्व - Inertia of Rest)

- **आवश्यक सामग्री:** एउटा खाली गिलास, एउटा चेप्टो र कडा कागज (Cardboard), र एउटा सिक्का (Coin)।
- **कसरी गर्ने?:** गिलासको माथि कागज राख्नुहोस् र त्यस कागजको ठीक बीचमा सिक्का राख्नुहोस्। अब आफ्नो औंलाले उक्त कागजलाई छिट्टो तुरुन्तै तान्नुहोस्।
- **के देखिन्छ?:** कागज बाहिर आउँछ। तर सिक्का भने कागजसँगै नगई सिधै गिलास भित्र खस्छ।
- **वैज्ञानिक कारण:** जडत्व (Inertia) का कारण सिक्काले आफ्नो स्थिर अवस्थालाई नै कायम राख्न खोज्छ, जसले गर्दा बल लागेको कागज मात्र अगाडि बढ्छ र सिक्का गुरुत्वाकर्षणका कारण तल खस्छ।

२. दुई फरक बल र बट्टाको दौड (न्यूटनको दोस्रो नियम - $F = ma$)

- **आवश्यक सामग्री:** एउटा खाली प्लास्टिकको बट्टा (कम द्रव्यमान) र एउटा ढुङ्गा वा माटो भरिएको त्यस्तै बट्टा (बढी द्रव्यमान)।

- **कसरी गर्ने?:** दुवै बट्टालाई एउटा समथर भुइँ वा डेस्कमा राख्नुहोस्। अब दुवै बट्टालाई पालैपालो एउटै परिमाणको बलले (समान रूपमा) धकेल्नुहोस्।
- **के देखिन्छ?:** खाली बट्टा निकै तीव्र गतिमा टाढासम्म पुग्छ (धेरै त्वरण), तर भरिएको गह्रौँ बट्टा भने बिस्तारै थोरै मात्र अगाडि बढ्छ (कम त्वरण)।
- **वैज्ञानिक कारण:** न्यूटनको दोस्रो नियम अनुसार, यदि बल समान छ भने कम द्रव्यमान (**Mass**) भएको वस्तुमा बढी त्वरण (**Acceleration**) र बढी द्रव्यमान भएको वस्तुमा कम त्वरण उत्पन्न हुन्छ।

३. बेलुन रकेटको उडान (न्यूटनको तेस्रो नियम - Action & Reaction)

- **आवश्यक सामग्री:** एउटा बेलुन र एउटा धागो।
- **कसरी गर्ने?:** बेलुनमा राम्रोसँग हावा भर्नुहोस् तर त्यसको मुखलाई नबाँधी औंलाले थिचेर राख्नुहोस्। अब अचानक औंला छोडिदिनुहोस्।
- **के देखिन्छ?:** बेलुनको मुखबाट हावा तीव्र गतिमा पछाडितर्फ निस्कन्छ र बेलुन भने हावा निस्केको ठीक विपरीत दिशा (अगाडितिर) रकेट जस्तै उड्छ।
- **वैज्ञानिक कारण:** बेलुनबाट हावा पछाडि निस्कनु 'क्रिया' (Action) हो भने, त्यसको प्रतिक्रियास्वरूप बेलुन अगाडि धकेलिनु 'प्रतिक्रिया' (Reaction) हो। यसले न्यूटनको तेस्रो नियम र वैशेषिक सूत्रको 'संयोगविशेषविरोधी' अवधारणालाई प्रमाणित गर्छ।

विद्यार्थीहरूका लागि कार्य (Project Task):

यी तीनवटै प्रयोगहरू कक्षामा आफ्ना साथीहरूसँग मिलेर गर्नुहोस् र आफूले देखेका कुराहरूलाई आफ्नो विज्ञान अभ्यास पुस्तिकामा "अवलोकन तालिका" (Observation Table) बनाएर नोट गर्नुहोस्।

५ मुख्य शब्दावली (Key Terms)

नेपाली शब्द	English Term / अर्थ
बल	Force — वेग वा आकार बदल्ने प्रभाव (एकाइ N)
सदिश / अदिश	Vector / Scalar
विस्थापन	Displacement — दिशासहित सिधा दूरी
त्वरण	Acceleration — वेगमा परिवर्तनको दर
जडत्व	Inertia — अवस्था कायम राख्ने प्रवृत्ति
सम्पर्क/दूरी बल	Contact / Non-contact force
प्रत्यास्थता	Elasticity

६ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन (Exercises & Assessment)

क) अवधारणा प्रश्न *(Conceptual Questions)*

१. सम्पर्क बल (**Contact Force**) र अ-सम्पर्क बल (**Non-contact Force**) बीचका कुनै दुईवटा भिन्नताहरू उदाहरणसहित लेख्नुहोस्।

२. दूरी (**Distance**) र विस्थापन (**Displacement**) कसरी फरक हुन्छन्? कुनै वस्तुले तय गरेको दूरी र त्यसको विस्थापन कुन अवस्थामा बराबर हुन्छन्? स्पष्ट पार्नुहोस्।

३. "वस्तुको द्रव्यमान (**Mass**) नै त्यसको जडत्व (**Inertia**) को माप हो।" यस भनाइलाई वैज्ञानिक कारणसहित व्याख्या गर्नुहोस्।

४. सुघट्यता (**Plasticity**) र प्रत्यास्थता (**Elasticity**) गुण भएका दुई-दुईवटा पदार्थहरूको नाम लेख्नुहोस्।

ख) गणितीय प्रश्न *(Numerical Problems)*

५. 5 kg द्रव्यमान भएको एउटा स्थिर वस्तुमा 20 N बल लगाउँदा त्यसमा कति त्वरण (Acceleration) उत्पन्न हुन्छ? (उत्तर: 4 m/s^2)

६. विश्राम अवस्था (Rest) बाट गुड्न सुरु गरेको एउटा कार 3 m/s^2 को एकसमान त्वरणले ६ सेकेन्डसम्म चल्छ भने उक्त कारको अन्तिम वेग (Final Velocity) र त्यसले तय गरेको कुल दूरी पत्ता लगाउनुहोस्। (उत्तर: अन्तिम वेग = 18 m/s, दूरी = 54 m)

७. 12 m/s को सुरुवाती वेगले गुडिरहेको एउटा साइकलमा ब्रेक लगाउँदा त्यो ४ सेकेन्डमा रोकिन्छ भने उक्त साइकलमा उत्पन्न भएको मन्दन (Retardation / Deceleration) को दर हिसाब गर्नुहोस्। (उत्तर: मन्दन = $-3\ m/s^2$)

ग) प्रयोगात्मक/अनुप्रयोग *(Application-based Questions)*

८. गुडिरहेको बसमा अचानक ब्रेक लाग्दा त्यहाँ सवार यात्रुहरू अगाडितर्फ झुक्छन्। यस प्रक्रियालाई न्यूटनको गतिको पहिलो नियमका आधारमा प्रस्ट पार्नुहोस्।

९. रकेट अन्तरिक्षमा प्रक्षेपण गर्दा न्यूटनको गतिको तेस्रो नियम र महर्षि कणादको 'संयोगविशेषविरोधी' अवधारणा कसरी लागू हुन्छ? चित्रको सहायताले वा व्यावहारिक रूपमा बुझाउनुहोस्।

१०. परियोजना कार्य (Project Work): आफ्नो घरमा उपलब्ध सामग्रीहरू (जस्तै: कागज, सिक्का, गिलास वा बेलुन) प्रयोग गरी न्यूटनको कुनै एक नियम प्रमाणित गर्ने लघु-प्रयोग गर्नुहोस् र त्यसको कार्यविधि र निष्कर्ष कक्षाकोठामा प्रस्तुत गर्नुहोस्।

कक्षा ९ • अध्याय ८

यन्त्र (साधारण मेसिन)

Simple Machines

यस अध्यायमा ***In this chapter***

- साधारण यन्त्र र तिनका फाइदा बुझ्ने
- यान्त्रिक लाभ (MA), वेग अनुपात (VR) र दक्षता (η) गणना गर्ने
- लिभरका तीन वर्ग, कप्पी (pulley), ढालु सतह (inclined plane), पाङ्ग्रा र धुरी पहिचान गर्ने
- MA, VR र दक्षताबीचको सम्बन्ध व्याख्या गर्ने

१ आधुनिक विज्ञानको व्याख्या (Modern Science)

साधारण यन्त्र (Simple Machine)

साधारण यन्त्र (Simple Machine) भनेको हाम्रो दैनिक जीवनमा प्रयोग हुने त्यस्तो सरल बनोट भएको औजार हो, जसले आफ्नो संरचनाका कारण लगाइएको बल (**Effort**) को परिमाण बढाउन वा त्यसको दिशा परिवर्तन गरी कामलाई थप सजिलो, छिटो र सुरक्षित बनाउँछ।

महत्त्वपूर्ण बुँदा: साधारण यन्त्रले कहिल्यै पनि कुल कामको मात्रालाई घटाउँदैन। यसले केवल हामीले लगाउने बललाई अनुकूल (Convenient) बनाउने काम मात्र गर्दछ। (जस्तै: एउटा गह्रौँ ढुङ्गालाई सिधै हातले उठाउनु भन्दा लिभर वा डन्डीको मद्दतले उठाउँदा कम बल प्रयोग गरे पुग्छ)।

यन्त्रको तीन आधारभूत लाभ यसरी परिभाषित गरिन्छन्:

तीन आधारभूत राशि ***MA, VR, η***

तीन आधारभूत परिभाषाहरू (Three Fundamental Terms)

साधारण यन्त्रको कार्यक्षमता बुझ्नका लागि तीनवटा आधारभूत राशिहरूलाई गणितीय रूपमा यसरी परिभाषित गरिन्छ:

१. यान्त्रिक लाभ (Mechanical Advantage - MA):

*यन्त्रले उठाएको कुल भार (**Load**) र उक्त भार उठाउनका लागि लगाइएको कुल प्रयत्न (**Effort**) को अनुपातलाई यान्त्रिक लाभ भनिन्छ। यो एउटा शुद्ध अनुपात भएकाले यसको कुनै एकाई हुँदैन।*

$$\text{यान्त्रिक लाभ (MA)} = \frac{\text{भार (Load)}}{\text{प्रयत्न (Effort)}}$$

२. वेग अनुपात (Velocity Ratio - VR):

*बल वा प्रयत्नले तय गरेको दूरी (**Effort Distance - ED**) र भारले तय गरेको दूरी (**Load Distance - LD**) को अनुपातलाई वेग अनुपात भनिन्छ। यो पनि समान राशिको अनुपात भएकाले यसको एकाई हुँदैन।*

$$\text{वेग अनुपात } (VR) = \frac{\text{प्रयत्नले तय गरेको दूरी } (ED)}{\text{भारले तय गरेको दूरी } (LD)}$$

३. दक्षता (Efficiency - η):

*यन्त्रबाट प्राप्त हुने उपयोगी कार्य (**Output Work**) र यन्त्रमा लगाइएको कुल कार्य (**Input Work**) को प्रतिशत अनुपातलाई त्यस यन्त्रको दक्षता भनिन्छ। यसलाई ग्रीक अक्षर **इटा (η)** ले जनाइन्छ।*

$$\text{दक्षता } (\eta) = \frac{\text{उपयोगी कार्य } (Output\ Work)}{\text{लगाइएको कार्य } (Input\ Work)} \times 100\%$$

यसलाई यान्त्रिक लाभ र वेग अनुपातको सम्बन्धबाट पनि यसरी निकाल्न सकिन्छ:

$$\text{दक्षता } (\eta) = \left(\frac{MA}{VR}\right) \times 100\%$$

आदर्श र वास्तविक यन्त्र (Ideal vs. Real Machine)

- **आदर्श यन्त्र (Ideal / Perfect Machine):** जुन यन्त्रमा घर्षण (**Friction**) र यन्त्रका भागहरूको तौल पूर्ण रूपमा शून्य हुन्छ, त्यसलाई आदर्श यन्त्र भनिन्छ। यस्तो यन्त्रमा शक्तिको कुनै नाश नहुने भएकाले यान्त्रिक लाभ (MA) र वेग अनुपात (VR) बराबर ($MA = VR$) हुन्छ र यसको दक्षता शत-प्रतिशत (100%) हुन्छ।
- **वास्तविक यन्त्र (Practical / Real Machine):** व्यावहारिक जीवनमा कुनै पनि यन्त्र घर्षण रहित हुन सक्दैन। गुड्ने वा घुम्ने भागहरूबीच हुने घर्षणका कारण हामीले लगाएको केही ऊर्जा ताप वा ऊष्मा (**Heat**) का रूपमा नष्ट हुन्छ। त्यसैले वास्तविक यन्त्रमा यान्त्रिक लाभ (MA) सधैँ वेग अनुपात (VR) भन्दा कम ($MA < VR$) हुन्छ । र यसको दक्षता **सधैँ १००% भन्दा कम** हुन्छ।

लिभर र यसका तीन वर्ग *(Lever & its three classes)*

लिभर (Lever / उत्तोलक): लिभर भनेको एउटा सीधा वा बाङ्गो बलियो छडी (Rigid Bar) हो, जुन एउटा निश्चित स्थिर बिन्दुको वरिपरि स्वतन्त्र रूपमा घुम्न सक्छ। उक्त स्थिर बिन्दुलाई **आधार बिन्दु** वा **फल्क्रम** (**Fulcrum - F**) भनिन्छ। लिभरमा तीनवटा मुख्य बिन्दुहरू हुन्छन्:

1. **आधार बिन्दु (Fulcrum - F):** यन्त्र घुम्ने स्थिर बिन्दु।
2. **भार (Load - L):** उठाइने तौल वा अवरोध।
3. **प्रयत्न (Effort - E):** काम गर्नका लागि लगाइने बाह्य बल।

भार, प्रयत्न, र आधार बिन्दु (फल्क्रम) को आपसी स्थानका आधारमा लिभरलाई **तीन वर्ग**मा विभाजन गरिन्छ:

१. प्रथम वर्गको लिभर (First Class Lever): यसमा आधार बिन्दु (Fulcrum) बीचमा, तथा भार (Load) र प्रयत्न (Effort) दुई छेउमा हुन्छन्।

- ***विशेषता:*** यसको यान्त्रिक लाभ (MA) १ भन्दा बढी, १ भन्दा कम, वा १ सँग बराबर हुन सक्छ।
- ***उदाहरणहरू:*** काँटी उखेल्ने मार्तोल, केंची (Scissors), प्लास (Pliers), र तराजु (Beam Balance)।

२. द्वितीय वर्गको लिभर (Second Class Lever): यसमा भार (Load) बीचमा, तथा आधार बिन्दु (Fulcrum) र प्रयत्न (Effort) दुई छेउमा हुन्छन्।

- ***विशेषता:*** यसमा प्रयत्न पाखुरा (Effort Arm) सधैँ भार पाखुरा (Load Arm) भन्दा लामो हुने भएकाले यसको यान्त्रिक लाभ (MA) **सधैँ १ भन्दा बढी** हुन्छ। यसले थोरै बलले धेरै भार उठाउँछ।
- ***उदाहरणहरू:*** एकपाङ्ग्रे ठेलागाडा (Wheelbarrow), सुपाडी काट्ने सरौतो (Nutcracker), र कागती निचोर्ने यन्त्र।

३. तृतीय वर्गको लिभर (Third Class Lever): यसमा प्रयत्न (Effort) बीचमा, तथा आधार बिन्दु (Fulcrum) र भार (Load) दुई छेउमा हुन्छन्।

- ***विशेषता:*** यसमा भार पाखुरा सधैँ लामो हुने भएकाले यसको यान्त्रिक लाभ (MA) **सधैँ १ भन्दा कम** हुन्छ। यसले बल बढाउँदैन, तर कामको गति (Speed) र नियन्त्रण (Precision) बढाउँछ।
- ***उदाहरणहरू:*** चिम्टा (Tongs / Forceps), माछा मार्ने डन्डी (Fishing Rod), र मानिसको हात।

अन्य साधारण यन्त्र *(Other simple machines)*

दैनिक जीवनलाई सहज बनाउन लिभरबाहेक अन्य पाँच प्रकारका साधारण यन्त्रहरू पनि प्रयोग गरिन्छ:

१. कप्पी (Pulley):

यो एउटा खोपिल्टो परेको पाङ्ग्रा हो, जसमा डोरी बेरिएको हुन्छ।

- ***स्थिर कप्पी (Fixed Pulley)****:* यो एक ठाउँमा बाँधिएको हुन्छ। यसले बलको दिशा मात्र बदल्छ (माथि तान्नु पर्ने भारलाई तल डोरी तानेर उठाउन मिल्छ)। यसको $MA \approx 1$ हुन्छ।
- ***चल कप्पी (Movable Pulley)****:* यो भारसँगै माथि-तल सर्छ। यसले आवश्यक बललाई आधा घटाउँछ ($MA \approx 2$)।
- ***संयुक्त कप्पी (Block and Tackle)****:* स्थिर र चल कप्पीहरू मिलाएर बनाइने प्रणाली, जसले धेरै गह्रौँ भारहरू उठाउन प्रयोग गरिन्छ।

स्थिर कप्पी (Fixed Pulley) को उदाहरण

यस प्रकारको कप्पी एकै ठाउँमा स्थिर भएर रहन्छ र यसले केवल **बल लगाउने दिशा परिवर्तन** (Changes the direction of force) गर्ने काम गर्दछ।

- **इनारबाट पानी तान्ने कप्पी:** परम्परागत इनारको माथि जडान गरिएको कप्पी यसको सबैभन्दा उत्कृष्ट उदाहरण हो। बाल्टिनलाई सिधै माथितिर तान्नु भन्दा कप्पीको मद्दतले डोरीलाई तलतिर तान्दा सजिलै पानी बाहिर निकाल्न सकिन्छ।
- **झण्डोत्तोलन गर्ने पोल (Flagpole):** विद्यालय वा सरकारी कार्यालयहरूमा झण्डा फहराउने खम्बाको सबैभन्दा माथिल्लो भागमा सानो स्थिर कप्पी राखिएको हुन्छ। डोरीलाई तलतिर तान्दा झण्डा माथितिर उक्लन्छ।
- **झ्यालको पर्दा (Window Blinds):** घर वा कार्यकक्षमा आधुनिक पर्दाहरू खोल्न वा बन्द गर्न प्रयोग गरिने डोरी प्रणालीमा स्थिर कप्पी लुकेको हुन्छ।

चल कप्पी (Movable Pulley) को उदाहरण

यस प्रकारको कप्पी भार (Load) सँगसँगै माथि र तल सर्छ। यसले हामीले लगाउनुपर्ने बलको परिमाणलाई आधा घटाउँछ (Reduces effort by half)।

- **क्रेन र निर्माण उपकरण (Cranes at Construction Sites):** ठूला-ठूला भवनहरू बनाउने ठाउँमा गह्रौँ फलाम वा सिमेन्टका ब्लकहरू उचाल्ने क्रेनको तल्लो भागमा, जहाँ हुक (Hook) झुण्डिएको हुन्छ, त्यहाँ चल कप्पी प्रयोग गरिन्छ। भारी सामानसँगै त्यो कप्पी पनि माथि-तल सर्छ।
- **सामान लोड गर्ने आधुनिक लिफ्ट (Construction Hoists):** निर्माण कार्यमा सामानहरू माथिल्लो तलामा पुऱ्याउन प्रयोग गरिने कडा तार र हुकयुक्त प्रणालीमा चल कप्पी जोडिएको हुन्छ।

संयुक्त कप्पी प्रणाली (Block and Tackle / Compound Pulley) को उदाहरण

यो स्थिर कप्पी र चल कप्पी दुवैलाई एकापसमा मिलाएर (Combination) बनाइएको शक्तिशाली प्रणाली हो। यसले बलको दिशा पनि बदल्छ र धेरै गुणा भार उठाउन बल पनि घटाउँछ।

- **जहाज वा डुङ्गाको पाल तान्ने प्रणाली (Sailing Ships):** ठूला जलजहाजहरूमा हावाको दिशा अनुसार कपडाको पाल (Sails) लाई कसिलो गरी तान्न वा खुकुलो पार्न धेरै वटा कप्पीहरू जोडिएको 'ब्लक एण्ड ट्याकल' प्रणाली प्रयोग गरिन्छ।
- **गाडी वर्कशपको 'चेन पुल्ली' (Engine Hoist in Auto Repair):** मोटर ग्यारेज वा वर्कशपमा गाडीको निकै गह्रौँ इन्जिनलाई गाडीबाट बाहिर निकाल्न र झुण्ड्याएर राख्नका लागि साना-साना कप्पीहरूको सञ्जाल भएको चेन पुल्ली (Chain Pulley Block) प्रयोग गरिन्छ, जसलाई एकै जना मानिसले चेन तानेर सजिलै उचाल्न सक्छ।
- **व्यायामशालाका मेसिनहरू (Gym/Fitness Equipment):** जिमखाना (Gym) मा तौल उचाल्ने मेसिनहरू (जस्तै: Lat Pulldown Machine) मा धेरै वटा कप्पीहरू र तारहरू जोडिएका हुन्छन्, जसले तौललाई नियन्त्रित रूपमा माथि-तल गराउँछन्।

२. ढालु सतह (Inclined Plane):

यो दुईवटा फरक उचाइलाई जोड्ने तेर्सो पारिएको सतह (Slope) हो। यसले भारी सामानलाई सीधा माथि उठाउनुको सट्टा बिस्तारै गुडाउँदै वा घिसार्दै कम बलमा माथि लैजान मद्दत गर्छ।

$$\text{वेग अनुपात (VR)} = \frac{\text{ढालु सतहको लम्बाई (l)}}{\text{उचाइ (h)}}$$

- ***उदाहरण:*** गाडीमा सामान लोड गर्ने फलेक, पहाडी उकालो बाटो।

३. पाङ्ग्रा र धुरी (Wheel and Axle):

यसमा एउटै केन्द्र भएको एउटा ठूलो पाङ्ग्रा र सानो डन्डी (धुरी/Axle) एकापसमा जोडिएका हुन्छन्। पाङ्ग्रा घुमाउँदा धुरी पनि सँगै घुम्छ।

- ***उदाहरण:*** गाडीको स्टेरिङ (Steering wheel), स्क्रू-ड्राइभर (Screwdriver), र ढोकाको ह्यान्डल।

४. स्क्रु (Screw):

यो एउटा बाहिरतिर चुच्चो रेखा वा थ्रेड (Thread) बेरिएको किला जस्तो यन्त्र हो। वास्तवमा, स्क्रु भनेको एउटा डन्डीमा बेरिएको **ढालु सतह** (Inclined plane) नै हो।

- ***उदाहरण:*** ज्याक स्क्रु, बिर्को।

५. वेज (Wedge):

यो दुईवटा ढालु सतहहरू जोडिएर बनेको तिखो वा धारिलो औजार हो, जसको प्रयोग वस्तुहरूलाई काट्न वा चिर्नका लागि गरिन्छ।

- ***उदाहरण:*** बन्चरो (Axe), चक्कु (Knife), र किला (Nail)।

संयुक्त यन्त्र (Compound machine):

हामीले प्रयोग गर्ने धेरैजसो आधुनिक उपकरणहरू केवल एउटा मात्र साधारण यन्त्रबाट बनेका हुँदैनन्। जब दुई वा दुईभन्दा बढी साधारण यन्त्रहरू (Simple Machines) लाई एकापसमा जोडेर एउटा जटिल वा ठूलो कार्य गर्ने उपकरण बनाइन्छ, त्यसलाई संयुक्त यन्त्र वा जटिल यन्त्र (Compound Machine) भनिन्छ।

- **काम गर्ने तरिका:** संयुक्त यन्त्रमा एउटा साधारण यन्त्रको आउटपुट कार्य (**Output Work**) अर्को साधारण यन्त्रको लागि इनपुट कार्य (**Input Work**) बन्न पुग्छ। यसले गर्दा यन्त्रको कुल यान्त्रिक लाभ (Total MA) धेरै गुणा बढ्छ र ठूला-ठूला कामहरू निकै थोरै बल र समयमा सम्पन्न गर्न सकिन्छ।
- **दक्षता (Efficiency):** संयुक्त यन्त्रमा धेरै पाटपुर्जाहरू आपसमा जोडिने हुनाले वास्तविक यन्त्रमा घर्षण (**Friction**) को मात्रा साधारण यन्त्रको तुलनामा बढी हुन्छ। त्यसैले यसको दक्षता सधैँ १००% भन्दा निकै कम हुन्छ।

दैनिक जीवनका मुख्य उदाहरणहरू (Practical Examples)

१. साइकल (Bicycle): साइकल एउटा उत्कृष्ट संयुक्त यन्त्र हो, जसमा विभिन्न प्रकारका साधारण यन्त्रहरू मिलेर काम गरिरहेका हुन्छन्:

पाङ्ग्रा र धुरी (Wheel and Axle): साइकलको पाङ्ग्रा र यसको पछाडिको गियर।

लिभर (Lever): साइकलको ब्रेक ह्यान्डल (प्रथम वर्गको लिभर) र प्याडल (Pedal)।

कप्पी / गियर (Pulley/Gears): चेन र दाँतीदार पाङ्ग्राहरू (Sprockets) जसले बललाई पछाडिको पाङ्ग्रामा सार्छन्।

स्क्रु (Screw): साइकलका पाटपुर्जाहरूलाई बलियोसँग कस्न प्रयोग गरिएका नट-बोल्टहरू।

२. हाते घडी वा भित्ते घडी (Mechanical Clock): भित्ते घडी वा परम्परागत हातले चाबी दिने घडीभित्र साना-साना दाँत भएका गियरहरूको एउटा ठूलो सञ्जाल हुन्छ।

यसमा **पाङ्ग्रा र धुरी** (Wheel and Axle) को सिद्धान्तमा आधारित धेरै वटा गियरहरू (Interlocking Gears) एकापसमा जोडिएका हुन्छन्, जसले भित्रको मुख्य स्प्रिङको ऊर्जालाई घडीको सुईहरूमा एकदमै ढिलो र सन्तुलित गतिमा रूपान्तरण गर्छन्।

३. कैंची (Scissors): सरल देखिए तापनि कैंची पनि दुईवटा साधारण यन्त्रहरूको संयोजन हो:

यसमा दुईवटा **प्रथम वर्गका लिभरहरू** (Lever) आधार बिन्दु (Fulcrum) मा जोडिएका हुन्छन्।

काट्ने धारिलो भागले **वेज** (Wedge) को रूपमा काम गर्छ।

हल गरिएको उदाहरण — दक्षता गणना *Worked Example*

प्रश्न: एउटा कप्पी प्रणाली (**Pulley System**) को प्रयोग गरी 500 N को भार उठाउनका लागि 200 N प्रयत्न लगाइन्छ। यदि उक्त कप्पीको वेग अनुपात (**Velocity Ratio - VR**) 3 छ भने, त्यसको यान्त्रिक लाभ (**Mechanical Advantage - MA**) र दक्षता (**Efficiency -** η) पत्ता लगाउनुहोस्।

हल (Solution):

यहाँ, प्रश्नमा दिएका जानकारीहरू (Given):

- उठाइएको कुल भार (Load – L) = 500 N
- लगाइएको प्रयत्न (Effort – E) = 200 N
- वेग अनुपात (VR) = 3
- यान्त्रिक लाभ (MA) = ?
- दक्षता (η) = ?

चरण १: पहिले यान्त्रिक लाभ (MA) गणना गरौँ:

हामीलाई थाहा छ,

$$\text{यान्त्रिक लाभ (MA)} = \frac{\text{भार (Load)}}{\text{प्रयत्न (Effort)}}$$

$$\text{MA} = \frac{500\ \text{N}}{200\ \text{N}}$$

$$\text{MA} = 2.5$$

(नोट: समान राशिको अनुपात भएकाले MA को कुनै एकाइ हुँदैन।)

चरण २: अब यन्त्रको दक्षता (η) गणना गरौँ:
हामीलाई थाहा छ,

$$\text{दक्षता } (\eta) = \left(\frac{\text{MA}}{\text{VR}}\right) \times 100\%$$
$$\eta = \left(\frac{2.5}{3}\right) \times 100\%$$
$$\eta = 0.8333 \times 100\%$$
$$\eta = 83.33\%$$

उत्तर:
उक्त कप्पी प्रणालीको यान्त्रिक लाभ $\mathbf{2.5}$ र दक्षता $\mathbf{83.33\%}$ हुन्छ।

[सङ्केत: यहाँ दक्षता १००% भन्दा कम (83.33%) हुनुको अर्थ बाँकी 16.67% ऊर्जा घर्षणका कारण ताप र ध्वनिमा परिवर्तन भएर खेर गएको छ।]

वैदिक कालमा यन्त्र (साधारण मेसिन): यन्त्रविज्ञान

Simple Machines in the Vedic Tradition

यस अध्यायमा ***In this chapter***

- वैदिक कालमा साधारण यन्त्र (चक्र, अक्ष, उत्तोलक, घिर्नी) कसरी प्रयोग हुन्थे भन्ने बुझ्ने
- ऋग्वेदका सम्बन्धित ऋचा र तिनको वैज्ञानिक भाव जान्ने
- प्राचीन इन्जिनियरिङ (अरासहितको रथचक्र, अक्ष-स्नेहन, शतारित्र नौका) को व्यावहारिक ज्ञान बुझ्ने
- प्रमाणित इतिहास र दार्शनिक/व्याख्यात्मक दाबीबीचको फरक इमानदारीपूर्वक छुट्याउने

२ सम्बन्धित वैदिक/प्राचीन सन्दर्भ (Vedic Reference)

प्राचीन यन्त्रविद्या र मापन परम्परा
(Ancient Mechanics and Measurement)

वैदिक ऋचाहरू वा प्राचीन मन्त्रहरूले प्रत्यक्ष रूपमा आधुनिक भौतिक विज्ञान जस्तो लिभरको वर्ग वा कप्पीको यान्त्रिक लाभ (MA) को गणितीय विवरण दिँदैनन्। तर, प्राचीन भारतीय शिल्पशास्त्र (Engineering), वास्तुशास्त्र (Architecture) र गणित परम्परामा **यन्त्रविद्या** (Mechanics) र मापनको व्यावहारिक ज्ञान निकै समृद्ध थियो।

विशेष गरी, वैदिक कालमा विभिन्न आकारका यज्ञवेदीहरू (Sacrificial Altars) निर्माण गर्नका लागि **'शुल्बसूत्रहरू'** (**Śulba Sūtras**) रचना गरिएका थिए। 'शुल्ब' को शाब्दिक अर्थ 'डोरी' (Cord/Rope) हुन्छ। यसरी डोरीको मद्दतले जमिन नाप्ने, वर्गाकार वा आयताकार आकृति बनाउने र सटीक मापन (**Precision Measurement**) गर्ने नियमहरू यी ग्रन्थहरूमा लिपिबद्ध छन्।

बौधायन शुल्बसूत्र र पाइथागोरस साध्य
(Baudhayana Sulba Sutra and Pythagoras Theorem)

यस शृंखलामा सबैभन्दा प्रसिद्ध र प्राचीन ग्रन्थ **बौधायन शुल्बसूत्र** हो। ग्रीक गणितज्ञ पाइथागोरस (Pythagoras) ले आफ्नो साध्य प्रतिपादन गर्नुभन्दा धेरै शताब्दी अगाडि नै महर्षि बौधायनले आयत (Rectangle) को विकर्ण (Diagonal) र भुजाहरूको सम्बन्ध बुझाउन यो **'कर्ण-सूत्र'** लेख्नुभएको थियो:

> ***दीर्घचतुरश्रस्याक्षणया रज्जुः***
> ***पार्श्वमानी तिर्यङ्मानी च***
> ***यत्पृथग्भूते कुरुतस्तदुभयं करोति ॥***
> *— बौधायन शुल्बसूत्र (~८००–५०० ई.पू.) — कर्ण–सूत्र*

सरल अर्थ र वैज्ञानिक व्याख्या:

- **दीर्घचतुरश्र (Rectangle):** एउटा आयत।
- **अक्षणया रज्जुः (Diagonal Rope):** आयतको एक कुनाबाट अर्को कुना जोड्ने छड्के डोरी वा विकर्ण (**Diagonal** - जुन समकोण त्रिभुजको **कर्ण/Hypotenuse** बन्न पुग्छ)।
- **पार्श्वमानी (Vertical side):** सीधा उभिएको रेखा वा लम्ब (**Perpendicular**)।
- **तिर्यङ्मानी (Horizontal side):** तेर्सो परेको रेखा वा आधार (**Base**)।

भावार्थ: एउटा आयतको विकर्ण (छड्के डोरी) मा बन्ने वर्गको क्षेत्रफल, त्यसको लम्ब (ठाडो भुजा) र आधार (तेर्सो भुजा) मा छुट्टाछुट्टै बन्ने वर्गहरूको क्षेत्रफलको योगफल बराबर हुन्छ।

आधुनिक ज्यामिति (Modern Geometry) मा यसलाई हामी **पाइथागोरस साध्य** (Pythagoras Theorem) भन्दछौँ, जसको गणितीय रूप निम्न अनुसार छ:

$$\text{कर्ण}^2 = \text{लम्ब}^2 + \text{आधार}^2$$
$$h^2 = p^2 + b^2$$

साधारण यन्त्र र शुल्बसूत्रको सम्बन्ध
(Link between Simple Machines and Sulba Sutra)

यहाँ एउटा महत्त्वपूर्ण सम्बन्ध बुझ्न आवश्यक छ। हामीले यस अध्यायमा पढेको **ढालु सतह** (Inclined Plane) को वेग अनुपात (VR) निकाल्दा होस् वा विभिन्न कप्पी र लिभरको पाखुरा (Arms) को लम्बाई नाप्दा होस्, शुल्बसूत्रमा व्याख्या गरिएको यही ज्यामितीय र त्रिकोणमितीय (**Trigonometrical**) मापन

प्रणालीको प्रयोग गरिन्छ। प्राचीन कालमा ठूला-ठूला ढुङ्गाका मन्दिर वा संरचना बनाउँदा कति लामो ढालु सतह बनाउने भन्ने कुरा यही ज्यामितीय नियम (Geometry) बाट तय गरिन्थ्यो।

रोचक तथ्य (Interesting Fact):

महर्षि बौधायनले आफ्नो ग्रन्थमा (३,४,५), (५,१२,१३), र (८,१५,१७) जस्ता अङ्कहरूको समूह प्रयोग गरेर सजिलै 90° (समकोण) बनाउने तरिका सिकाउनुभएको थियो। उदाहरणका लागि, यदि एउटा भुजा ३ मिटर र अर्को भुजा ४ मिटर छ भने, छड्के डोरी सधैँ ५ मिटर कै हुनुपर्छ ($3^2 + 4^2 = 5^2$) । यसरी प्राचीन ऋषिहरू प्रविधिको प्रयोगमा कति सटीक थिए भन्ने बुझिन्छ।

खण्ड २.१: सम्बन्धित वैदिक ऋचा (Related Vedic Richa)

वेदहरूलाई सामान्यतया आध्यात्मिक ज्ञानको ग्रन्थ मानिए पनि, यसमा प्राचीन भारतीयहरूको **यान्त्रिक ज्ञान** (Mechanical Knowledge) को अद्भुत पृष्ठभूमि लुकेको पाइन्छ। आज हामीले नेपालीमा प्रयोग गर्ने 'यन्त्र' (Machine) शब्द नै वैदिक संस्कृतबाट आएको हो। वेदमा 'यन्त्र' भन्नाले कुनै पनि प्राकृतिक ऊर्जालाई नियन्त्रण गरी मानिसको हितमा काम गराउने यान्त्रिक उपकरणलाई बुझाउँछ।

१. पाङ्ग्रा र धुरीको सिद्धान्त तथा घर्षण (Wheel & Axle Principle and Friction)

ऋग्वेदमा सृष्टिको गतिशीलता र समयको चक्रलाई बुझाउन एउटा रथको पाङ्ग्रा र धुरीको उत्कृष्ट भौतिक उदाहरण दिइएको छ:

> ***पञ्चारे चक्रे परिवर्तमाने***
> ***तस्मिन्ना तस्थुर्भुवनानि विश्वा ।***
> ***तस्य नाक्षस्तप्यते भूरिभारः***
> ***सनादेव न शीर्यते सनाभिः ॥***
>
> **— ऋग्वेद १.१६४.१३**

सरल अर्थ र वैज्ञानिक व्याख्या:

- **पञ्चारे चक्रे (Five-spoked Wheel):** पाँचवटा अराहरू (**Spokes**) भएको यो निरन्तर घुमिरहने चक्र (पाङ्ग्रा) हो।
- **तस्य नाक्षस्तप्यते भूरिभारः (Axle does not overheat under heavy load):** यस पाङ्ग्रामा अत्यन्तै भारी तौल वा भार (**Load**) राखेर गुडाउँदा पनि यसको **अक्ष** (Axle अथवा धुरी) तातेर नष्ट हुँदैन। आधुनिक विज्ञानको भाषामा, यसको अर्थ पाङ्ग्रा र धुरीको बनावट यति वैज्ञानिक छ कि घुम्दा उत्पन्न हुने **घर्षण** (Friction) निकै कम हुन्छ, जसले गर्दा ऊर्जा ताप वा ऊष्मा (**Heat**) का रूपमा खेर जाँदैन।
- **सनाभिः (Strong Hub/Nave):** प्राचीन कालदेखि नै यस पाङ्ग्राको बीचको केन्द्रभाग वा नाभि (**Hub**) अक्षुण्ण र नटुट्ने गरी बलियो बनाइएको छ।

भावार्थ: अरा भएको यो निरन्तर घुम्ने चक्रमा सम्पूर्ण संसार अडेको छ। भारी बोझ बोक्दा पनि यसको अक्ष (धुरी) तात्दैन, र यसको नाभि (hub) प्राचीन कालदेखि नटुटी बलियो रहन्छ। [यो ऋचाको मूल आशय ब्रह्माण्ड/कालचक्रको प्रतीकात्मक हो; तर यसमा प्रयुक्त उपमाले वास्तविक रथचक्रको इन्जिनियरिङ पनि झल्काउँछ।]

बुझ्नुपर्ने सम्बन्ध: यो ऋचाले आज हामीले साधारण यन्त्रमा पढ्ने **पाङ्ग्रा र धुरी** (Wheel and Axle) को सम्बन्धलाई दुरुस्तै देखाउँछ। पाङ्ग्रा घुम्दा त्यसको केन्द्रमा रहेको धुरी (Axle) कसरी घुम्छ र भारलाई सजिलै सार्छ भन्ने कुरा यसमा वर्णित छ।

खण्ड २.२: जडत्व र बाह्य बलको सिद्धान्त (Law of Inertia and External Force)

त्यसैगरी, भौतिक वस्तुहरू आफैँ गतिमा आउन सक्दैनन् भन्ने **जडत्व** (Inertia) को नियम बुझाउन ऋग्वेदमा यस्तो दार्शनिक भाव पाइन्छ:

> ***अनिच्छन् न वृत्तानि निवर्तन्ति भाना ।***
>
> **— ऋग्वेद १.१६४.४८ बाट प्रेरित भाव**

सरल अर्थ र वैज्ञानिक व्याख्या: जुन चक्र वा पाङ्ग्राहरू (**Wheels**) जड पदार्थ हुन्, तिनीहरूको आफ्नो कुनै इच्छा वा चेतना हुँदैन। त्यसैले तिनीहरू आफैँ स्वतः घुम्न सक्दैनन्। तिनीहरूलाई गति दिन वा घुमाउनका लागि सधैँ बाहिरी **बल** (External Force वा प्रयत्न) को आवश्यकता पर्दछ।

भावार्थ: जुन चक्रहरू आफैँ इच्छाले घुम्दैनन्, तिनलाई बाहिरी बलले घुमाउनुपर्छ। [यो श्लोक मूल पाठको प्रत्यक्ष अनुवाद होइन । प्रेरित भावानुवाद हो।]

बुझ्नुपर्ने सम्बन्ध: यो अवधारणा न्यूटनको गतिको पहिलो नियम अर्थात् **जडत्वको नियम** (Law of Inertia) सँग पूर्ण रूपमा मेल खान्छ। स्थिर रहेको वस्तु बाह्य बल नलगाएसम्म सधैँ स्थिर नै रहन्छ भन्ने भौतिक विज्ञानको नियमलाई यसले सरल रूपमा उजागर गर्दछ। त्यसलाई वेदले यन्त्र बनाउन आजको विज्ञानले जस्तै उपयोग गर्ने गरेको यो प्रमाण हो।

टिप्पणी (Note):

यी ऋचाहरूमा मुख्य रूपमा 'समय चक्र' र 'ब्रह्माण्ड' लाई बुझाउन भौतिक रूपकहरू (Physical Metaphors) प्रयोग गरिएका छन्। यसबाट के प्रमाणित हुन्छ भने, प्राचीन ऋषिहरू आध्यात्मिक कुरा बुझाउनका लागि पनि तत्कालीन समयमा विकास भइसकेको उन्नत यन्त्रविद्या, पाङ्ग्राको बनावट र घर्षण सम्बन्धी व्यावहारिक ज्ञानको मद्दत लिने गर्दथे।

खण्ड २.३: ऋचाको वैज्ञानिक व्याख्या (Scientific Explanation of the Richa)

आधुनिक इन्जिनियरिङ (Modern Engineering) मा जटिल र साधारण यन्त्रहरूको विकास हुनुभन्दा धेरै अघि, वैदिक ऋषिहरूले यन्त्र विज्ञानका कतिपय मूलभूत सिद्धान्तहरू (Fundamental Principles) बुझेका थिए। माथिका ऋचाहरू र वैदिक सन्दर्भहरू आधुनिक भौतिक विज्ञानसँग कसरी मेल खान्छन् भन्ने कुरा यहाँ स्पष्ट पारिएको छ:

१. पाङ्ग्रा र धुरीको इन्जिनियरिङ (Wheel and Axle Engineering): ऋग्वेद (१.१६४.१३) ले पाङ्ग्रा (चक्र) र धुरी (अक्ष) को यान्त्रिक सम्बन्धलाई स्पष्ट पारेको छ। प्राचीन रथका पाङ्ग्राहरूमा 'अरा' (**Spokes**) राख्नु केवल सजावटका लागि मात्र थिएन। यसको मुख्य उद्देश्य यान्त्रिक इन्जिनियरिङमा **भार वितरण** (**Weight Distribution**) गर्नु र गुड्दा निस्कने **तनाव र दबाव** (**Tension & Compression**) लाई सन्तुलनमा राख्नु थियो, ताकि गुड्दा पाङ्ग्रा नभाँचियोस्।

२. घर्षण र लुब्रिकेसन व्यवस्थापन (Friction and Lubrication Management): ऋचामा भनिएको *"तस्य नाक्षस्तप्यते भूरिभारः"* (भारी बोक्दा पनि अक्ष तातो हुँदैन) भन्ने वाक्यले प्राचीन मेकानिक्सको गहिरो ज्ञान देखाउँछ। जब दुईवटा सतहहरू घिस्रिन्छन् वा घुम्छन्, त्यहाँ **घर्षण** (**Friction**) का कारण **ताप** (**Heat**) उत्पन्न हुन्छ भन्ने कुरा उनीहरूलाई थाहा थियो। ऋग्वेदकै अन्य प्रसङ्गहरूमा अक्ष (धुरी) र नाभि (Hub) को बीचमा घर्षण कम गर्न र यन्त्रलाई सहज रूपमा चलाउन तेल वा घ्यू जस्ता **चिल्लो पदार्थ** (**Lubrication**) को प्रयोग गरिने उल्लेख छ, जुन आजको आधुनिक मेसिनरी सञ्चालनको पनि पहिलो नियम हो।

३. जडत्व र बाह्य बलको नियम (Law of Inertia and Force): *"जड चक्रहरू आफैँ घुम्दैनन्, तिनलाई बाहिरी बल चाहिन्छ"* भन्ने वैदिक चिन्तन न्यूटनको **गतिको पहिलो नियम** (**Newton's First Law of Motion**) सँग हुबहु मिल्छ। यसले स्पष्ट पार्छ कि कुनै पनि स्थिर वस्तुलाई गतिमा ल्याउन वा गतिमा रहेको वस्तुलाई रोक्न बाह्य असन्तुलित बल (**External Unbalanced Force**) अनिवार्य हुन्छ।

४. संयुक्त यन्त्र र बहु-उत्तोलक प्रणाली (Compound Machine and Multi-Lever System): ऋग्वेदको पहिलो मण्डलमा **"शतारित्रा"** (सयवटा खियाउने दाबिलो वा Oars भएको ठूलो डुङ्गा) को वर्णन पाइन्छ। पानी जहाज खियाउने दाबिलो (**Oar**) वास्तवमा एक प्रकारको **लिभर (उत्तोलक)** हो। सयवटा लिभरहरू एकैसाथ एकै दिशामा प्रयोग गर्दा बलको धेरै गुणा वृद्धि (**Multiplication of Force**) हुन्छ। यसरी धेरै साधारण यन्त्रहरू मिलाएर ठूलो काम गर्ने यो अवधारणा आजको **संयुक्त यन्त्र** (**Compound Machine**) सँग मेल खान्छ।

५. स्वचालित प्रणालीको प्रारम्भिक स्वरूप (Early Concept of Automation): यजुर्वेद र प्राचीन ग्रन्थहरूमा विभिन्न ठाउँमा **"स्वयंवह"** वा **"यातयामान यन्त्र"** (आफैँ चलिरहने वा स्वचालित यन्त्रहरू) को चर्चा पाइन्छ। प्राचीन कालमा मेकानिकल गियर (**Gears**), स्प्रिङ (**Spring**) वा जल-प्रवाहको शक्ति (**Water-power**) प्रयोग गरेर बनाइने यस्ता प्रविधिहरूले आजको आधुनिक **स्वचालित प्रणाली** (**Automation**) र रोबोटिक्सको प्रारम्भिक दार्शनिक अवधारणा प्रस्तुत गर्दछन्।

मननयोग्य कुरा (Key Takeaway):

हाम्रा पुर्खाहरूले यी मेकानिकल सिद्धान्तहरूलाई ठूला-ठूला मन्दिर निर्माण गर्न, रथहरू बनाउन र विशाल जलयान (पानीजहाज) चलाउन व्यावहारिक रूपमा प्रयोग गरिसकेका थिए। आधुनिक विज्ञानले यसै व्यावहारिक ज्ञानलाई गणितीय सूत्र र प्रयोगशालाको परीक्षणद्वारा थप परिष्कृत बनाएको हो।

खण्ड २.४: उत्तोलक प्रणाली — शतारित्रा नौका (Lever System — The Oared Ship)

हामीले साधारण यन्त्र अन्तर्गत लिभर वा उत्तोलक (Lever) को सिद्धान्त पढ्यौँ, जसले थोरै प्रयत्न (Effort) लगाएर धेरै भार (Load) उठाउन वा सार्न मद्दत गर्छ। प्राचीन वैदिक इन्जिनियरिङमा यस सिद्धान्तको सामूहिक प्रयोग गरेर विशाल जलयानहरू (पानीजहाज) चलाइने गरिन्थ्यो भन्ने प्रमाण ऋग्वेदमा पाइन्छ।

प्रमाणिक वैदिक ऋचा (Authentic Vedic Richa)

ऋग्वेदको पहिलो मण्डलमा राजा तुग्रका पुत्र **भुज्यु** समुद्रमा डुब्न लाग्दा अश्विनीकुमारहरूले (वैदिक कालका देव-चिकित्सक तथा इन्जिनियर) सयवटा खियाउने दाबिलो (**Oars**) भएको विशाल जहाज पठाएर उनको उद्धार गरेको ऐतिहासिक प्रसंग छ:

> ***अनारम्भणे तदवीरयेथामनास्थाने अग्रभणे समुद्रे ।***
> ***यदश्विना ऊहथुर्भुज्युमस्तं शतारित्रां नावमातस्थिवांसम् ॥***
> *— ऋग्वेद १.११६.५*

ऋचाको शब्दार्थ:

- **अनारम्भणे/अनास्थाने (Pathless and bottomless):** जहाँ टेक्ने वा समात्ने कुनै आधार थिएन त्यस्तो विशाल समुद्र।
- **शतारित्रां नावम् (A hundred-oared ship):** सयवटा आरित्र अर्थात् खियाउने दाबिलो (**Oars**) भएको बलियो नौका वा पानीजहाज।
- **ऊहथुर् (Transported/Rescued):** सुरक्षित रूपमा उद्धार गरेर घर पुऱ्याए।

यस ऋचाको वैज्ञानिक र मेकानिकल व्याख्या (Mechanical Explanation)

साइकल, क्रेन वा मोटरकार जस्ता आधुनिक संयुक्त यन्त्रहरू विकास हुनुअघि मानिसले ठूला र असम्भव कामहरू गर्न धेरै वटा साधारण यन्त्रहरूलाई एकैसाथ संयोजन गर्दथे। ऋग्वेदको यो 'शतारित्रा' नौका त्यसको उत्कृष्ट उदाहरण हो:

- **दाबिलो एउटा उत्तोलक हो (An Oar is a Lever):** पानीजहाज वा डुङ्गा खियाउने दाबिलो (**Oar**) ले भौतिक विज्ञानको **लिभर** (उत्तोलक) को सिद्धान्तमा काम गर्छ।
    - जहाँ दाबिलो डुङ्गाको किनारामा बाँधिएको वा अडिएको हुन्छ, त्यसले **आधार बिन्दु** (**Fulcrum**) को काम गर्छ।
    - नाविकले भित्री भागबाट हातले लगाउने बल **प्रयत्न** (**Effort**) हो।
    - पानीको प्रतिरोधात्मक बल, जसलाई चिर्दै डुङ्गा अगाडि बढ्छ, त्यो **भार** (**Load**) हो।
- **सामूहिक बल-गुणन (Multiplication of Force):** यदि एउटा मात्र दाबिलो चलाउँदा प्राप्त हुने यान्त्रिक लाभ (MA) सीमित हुन्छ भने, जब **सयवटा उत्तोलकहरू** (100 Levers) लाई एकैसाथ, एकै दिशामा र एकै लयमा चलाइन्छ, तब बलको परिमाण सय गुणाले वृद्धि हुन्छ।

- **प्राचीन जल-इन्जिनियरिङ (Naval Engineering):** समुद्रको विशाल छाल र पानीको भयानक भार (**Load**) लाई चिरेर जहाजलाई तीव्र गति दिनका लागि यसरी बहु-उत्तोलक प्रणाली (**Multi-lever System**) को प्रयोग गर्नुले वैदिक कालको उच्च मेकानिकल र हाइड्रोलिक ज्ञानलाई प्रमाणित गर्दछ।

प्रमाणित इतिहास र व्याख्यात्मक दाबीबीचको इमानदार भिन्नता ***What is established vs. what is interpretation***

✓ प्रमाणित इतिहास (जे साँच्चै अस्तित्वमा थियो): साधारण यन्त्रहरू **उपकरणका रूपमा** वैदिक/प्राचीन कालमा निश्चय नै थिए र दक्षतापूर्वक प्रयोग हुन्थे। अरादार रथचक्र, स्नेहन गरिएको अक्ष, इनारको घिर्नी, ढालु बाटो/ramp, तराजु (उत्तोलक) र शतारित्र नौका (उत्तोलक-प्रणाली)। 'यन्त्र' शब्द नै संस्कृतको हो। प्राचीन शिल्प-इन्जिनियरिङ साँच्चै उन्नत थियो। यसमा गर्व गर्ने ठाउँ छ।

△ व्याख्यात्मक/दार्शनिक दाबी (जसलाई प्रमाण भन्न मिल्दैन): MA, VR, दक्षताका **गणितीय सूत्र** तथा न्यूटनका नियम **आधुनिक विज्ञानका सूत्रबद्ध रूप** हुन्। वैदिक ऋचाहरू मूलतः ब्रह्माण्ड / दर्शनका प्रतीक हुन्। तिनमा आधुनिक भौतिकीका सटीक सूत्र 'लुकेका' भनी दाबी गर्नु प्रेरणा हो, प्रमाण होइन। **यन्त्र प्रयोग गर्नु र त्यसको भौतिकीय नियम सूत्रबद्ध गर्नु फरक कुरा हुन्।**

निष्कर्ष: त्यसैले सबैभन्दा बलियो र खण्डन गर्न नसकिने दाबी यही हो। **'साधारण यन्त्र वैदिक कालमै अस्तित्वमा थिए र कुशलतापूर्वक प्रयोग हुन्थे।'** यसलाई 'वेदमा आधुनिक भौतिकी नै थियो' भन्ने अतिशयोक्तिमा नबदलौँ। किनकि अतिशयोक्ति सजिलै खण्डन हुन्छ। जबकि साँचो इतिहास आफैँमा गौरवपूर्ण छ।

मुख्य सिकाई (Key Learning)

यान्त्रिक लाभको रहस्य (Secret of Mechanical Advantage):

हामीले के बुझ्नुपर्छ भने, जसरी हामीले एउटा कैंची वा सरौतो प्रयोग गर्दा थोरै बलले कडा वस्तु काट्न सक्छौँ, प्राचीन नाविकहरूले पनि त्यही नियम प्रयोग गरेर समुद्रलाई जितेका थिए। 'शतारित्रा नौका' को अर्थ जादुमयी जहाज होइन, बरु सय जना मानिसको मेकानिकल ऊर्जालाई एउटै दिशामा केन्द्रित गर्ने **सफल इन्जिनियरिङ** हो।

खण्ड २. ५: कथा (Storytelling): विश्वकर्मा र दिव्यरथको निर्माण

पुरातन समयको कुरा हो, देवताहरूलाई असुरहरूसँगको युद्धका लागि एउटा अत्यन्तै शक्तिशाली, मजबुत र तीव्र गतिमा कुद्ने रथको आवश्यकता पर्‍यो। त्यसका लागि उनीहरूले देव-शिल्पी अर्थात् ब्रह्माण्डकै प्रथम इन्जिनियर (**Engineer**) **महर्षि विश्वकर्मा**लाई आह्वान गरे। देवताहरूले भने, "हे देव-शिल्पी! हामीलाई एउटा यस्तो अद्‌भुत रथ चाहिएको छ, जसले थोरै बल लगाउँदा पनि पहाडजस्तो भारी तौल बोकेर हावाको गतिमा कुद्न सकोस्।"

विश्वकर्माले मुस्कुराउँदै उत्तर दिनुभयो, "हे देवगण, यसका लागि मैले प्रकृतिका लुकेका नियमहरूलाई 'यन्त्र' को रूपमा बाँध्नुपर्ने हुन्छ।" रथ निर्माण गर्ने क्रममा उनीले आधुनिक भौतिक विज्ञानमा पढिने चारवटा मुख्य **साधारण यन्त्रहरू** (**Simple Machines**) को अनुपम प्रयोग गरे:

- **पहिलो—ढालु सतह (Inclined Plane):** रथका विशाल र गह्रौँ खम्बाहरूलाई निर्माण स्थलसम्म ल्याउन विश्वकर्माले पहाडको फेदीबाट एउटा लामो छड्के बाटो बनाए। यसले गर्दा सयौँ देवताहरूले मिलेर पनि सीधा उचाल्न नसकेको विशाल ढुङ्गालाई केही भौतिक सहयोगीहरूले सजिलै गुडाएर माथिसम्म पुऱ्याए।
- **दोस्रो—लिभर वा उत्तोलक (Lever):** रथको मुख्य र गह्रौँ जगलाई माथि उचाल्न उनले एउटा लामो र बलियो काठको डन्डालाई एउटा सानो ढुङ्गा (आधार बिन्दु / Fulcrum) मा अड्याएर लिभरको निर्माण गरे। यसरी थोरै प्रयत्न (**Effort**) लगाएर उनले विशाल भार (**Load**) लाई सजिलै जमिनबाट माथि उठाए।
- **तेस्रो—पाङ्ग्रा र धुरी (Wheel and Axle):** रथलाई तीव्र गति दिन उनले पाङ्ग्रा र धुरीको निर्माण गरे। उनले पाङ्ग्राको अर्धव्यास (**Radius**) ठूलो बनाए र बीचको धुरी (**Axle**) लाई सानो राखे, जसले गर्दा घोडाहरूले थोरै बल लगाउँदा पनि रथले धेरै दूरी तय गर्न सक्ने भयो। गुड्ने क्रममा घर्षण (**Friction**) ले गर्दा धुरी तातेर नभाँचियोस् भनेर उनले त्यसमा विशेष वनस्पतिबाट बनेको चिल्लो पदार्थ (**Lubricant**) लगाए।
- **चौथो—कप्पी वा घिर्नी (Pulley):** रथको सबैभन्दा माथिल्लो भागमा विशाल विजय ध्वजा (झण्डा) फहराउन उनले डोरी र कप्पीको प्रयोग गरे। यसले बल लगाउने दिशा परिवर्तन (**Changes the direction of force**) गरिदियो, जसले गर्दा सैनिकहरूले डोरीलाई भुइँतिर (तल) तान्दा झण्डा सजिलै आकाशतर्फ (माथि) गयो।

जब रथ पूर्ण रूपमा तयार भयो, तब देवराज इन्द्रले आश्चर्य मान्दै सोधे, "हे विश्वकर्मा! यति विशाल र गह्रौँ रथ यति थोरै बलमा कसरी सजिलै गुड्न सक्छ? यो त तपाईंको कुनै जादु हुनुपर्छ!"

हल गरिएको उदाहरण — ढालु सतह (रथ-मार्ग) ***Worked Example***

प्रश्न: एउटा रथलाई ठाडो २ m उचाइमा पुऱ्याउन ८ m लामो ढालु बाटो (ramp) बनाइयो भने वेग अनुपात (VR) कति हुन्छ?

हल: ढालु सतहमा **VR = लम्बाइ (l) ÷ उचाइ (h)** = 8 ÷ 2 = **4**।

अर्थात् बाटो जति लामो र कम भिरालो हुन्छ, VR उति बढ्छ र चढाउन उति नै कम बल लाग्छ। तर कुल कार्य (Work = बल × दूरी) उही रहन्छ। प्राचीन कालमा विशाल ढुङ्गा/स्तम्भ माथि पुऱ्याउन यही ढालु-बाटोको सिद्धान्त प्रयोग हुन्थ्यो।

विश्वकर्माले विनम्रतापूर्वक उत्तर दिए, "महाराज, यो मेरो कुनै जादु वा चमत्कार होइन, यो त 'यन्त्र' को विज्ञान हो। यन्त्रले ऊर्जा (**Energy**) आफैँ पैदा गर्दैन। यसले त केवल हामीले लगाएको बललाई सही दिशा र सही अनुपातमा परिचालन गरेर असम्भव देखिने कार्यलाई पनि सम्भव र सहज बनाइदिन्छ।"

यही व्यावहारिक र यान्त्रिक ज्ञानलाई कालान्तरमा ऋषिमुनिहरूले अवलोकन र अनुभवका आधारमा वेदका ऋचाहरूमा सङ्ग्रह गरे, जसलाई आज हामी आधुनिक भौतिक विज्ञानमा '**साधारण यन्त्रका सिद्धान्तहरू**' का रूपमा अध्ययन गर्दछौँ।

चिन्तन (Food for Thought):

यस कथाबाट हामीले के बुझ्छौँ भने, प्राचीन समयका प्रविधिहरू पनि आजको विज्ञानका नियमहरू (जस्तै: यान्त्रिक लाभ र घर्षण व्यवस्थापन) मा नै आधारित थिए। विज्ञान कतै बाहिरबाट आएको होइन, यो त हाम्रै इतिहास र प्रकृतिको व्यवस्थित अध्ययन हो।

३ विज्ञान र वेद — विश्लेषण (Science–Veda Analysis)

हामीले यस अध्यायमा साधारण यन्त्रका आधुनिक नियमहरू र प्राचीन ज्यामितीय तथा यान्त्रिक सन्दर्भहरू पढ्यौँ। अब यी दुई दृष्टिकोणबीचको वास्तविक सम्बन्धलाई इमानदार र वस्तुनिष्ठ रूपमा विश्लेषण गरौँ:

- **पाइथागोरस प्रमेयको प्राचीन रूप (Ancient Form of Pythagoras Theorem):** बौधायन शुल्बसूत्रमा व्याख्या गरिएको 'कर्ण-सूत्र' वास्तवमा आधुनिक गणितमा पढिने पाइथागोरस साध्य ($h^2 = p^2 + b^2$) को सबैभन्दा प्राचीन रूप हो। यसले के प्रमाणित गर्छ भने प्राचीन शिल्पकार र इन्जिनियरहरूसँग यन्त्र निर्माण, विशाल संरचना (मन्दिर, यज्ञवेदी) निर्माण र मापनका लागि आवश्यक पर्ने अत्यन्तै सटीक ज्यामितीय ज्ञान (**Geometric Knowledge**) पहिले नै उपलब्ध थियो।
- **व्यावहारिक अनुभव र गणितीय परिमार्जन (Practical Experience to Mathematical Rules):** संसारभरिका प्राचीन सभ्यताहरूमा यन्त्रविद्या (Mechanics) को विकास सुरुमा मानिसको व्यावहारिक अनुभव र आवश्यकताबाट भएको थियो। पछि, आधुनिक भौतिकशास्त्रले यसै प्रयोगात्मक ज्ञानमा शुद्ध गणित र प्रयोगशालाका परीक्षणहरू थपेर यान्त्रिक लाभ (**MA**), वेग अनुपात (**VR**), र दक्षता (η) जस्ता निश्चित नियम र समीकरणहरूमा परिणत गर्‍यो।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *(Evidence-based Note)*

🔍 **प्रमाणित विज्ञान (Empirical Science):**

साधारण यन्त्रका नियमहरू जस्तै लिभरका तीनवटा वर्गहरू, कप्पी प्रणालीको कार्यविधि, यान्त्रिक लाभ ($MA = \frac{\text{Load}}{\text{Effort}}$), वेग अनुपात, र दक्षताका सूत्रहरू पूर्ण रूपमा प्रयोगसिद्ध र इन्जिनियरिङद्वारा प्रमाणित तथ्य हुन्। आधुनिक मेसिन र गाडीहरू यसै नियमका आधारमा निर्माण हुन्छन्।

📜 **ऐतिहासिक सन्दर्भ (Historical Context):**

बौधायन शुल्बसूत्रमा पाइने ज्यामिति र त्रिकोणमितीय आधार ऐतिहासिक रूपमा अकाट्य र प्रमाणित सत्य हो। तर, के ध्यान दिनुपर्छ भने यो सूत्रले लिभर वा कप्पीको भौतिक समीकरण सिधै प्रस्तुत गर्दैन। यसको वास्तविक मूल्य प्राचीन कालमा मापन र संरचना निर्माणका लागि प्रयोग गरिने उन्नत प्रयोगात्मक ज्ञान (**Empirical Knowledge**) को उदाहरण हुनुमा छ।

मार्गनिर्देशन (Guide for Teachers):

प्राचीन नेपालमा प्रविधिको विकास 'अनुभव र व्यवहार' (Practice) बाट सुरु भएको थियो। आजको विज्ञानले त्यसलाई 'सिद्धान्त र गणित' (Theory and Mathematics) दिएर विश्वव्यापी बनायो। दुवैको उद्देश्य मानिसको श्रमलाई सजिलो बनाउनु नै हो।

४ दैनिक जीवन र कक्षा-प्रयोग (Application)

भौतिक विज्ञानका सिद्धान्तहरूलाई केवल कण्ठ गर्नुभन्दा आफ्नै हातले प्रयोग गरेर हेर्दा बुझाइ दिगो र गहिरो हुन्छ। यहाँ कक्षाकोठा वा प्रयोगशालामा सजिलै गर्न सकिने क्रियाकलापहरू दिइएका छन्:

१. रुलर र पेन्सिलबाट लिभरको वर्गीकरण (Classifying Levers Using a Ruler)

- **कसरी गर्ने?:** एउटा लामो काठ वा प्लास्टिकको फित्ता (Ruler) र एउटा गोलो पेन्सिल लिनुहोस्। पेन्सिललाई टेबलमा राखेर त्यसको माथि रुलरलाई अड्याउनुहोस्, जसले आधार बिन्दु (**Fulcrum**) को काम गर्छ। रुलरको एक छेउमा इरेजर वा सानो किताब (भार/Load) राख्नुहोस् र अर्को छेउबाट हातले थिच्नुहोस् (प्रयत्न/Effort)।
- **कक्षा-प्रयोग:** पेन्सिल (Fulcrum) लाई रुलरको बीचमा, भारको नजिक वा प्रयत्नको नजिक सारेर लिभरका तीनवटै वर्गहरू (**Three Classes of Lever**) को प्रत्यक्ष अनुभव गर्नुहोस्।

२. ढालु सतह र स्प्रिङ ब्यालेन्स (Inclined Plane and Spring Balance Experiment)

- **कसरी गर्ने?:** एउटा काठको समथर फल्याकलाई ढालु सतह (**Inclined Plane**) को रूपमा राख्नुहोस्। एउटा गह्रौँ काठको ब्लकलाई सीधा माथि उचाल्दा कति बल लाग्छ, स्प्रिङ ब्यालेन्स (**Spring Balance**) मा नाप्नुहोस्। अब सोही ब्लकलाई ढालु फल्याकको जगबाट बिस्तारै तानेर माथि लैजाँदा लाग्ने बल नाप्नुहोस्।
- **के देखिन्छ?:** फल्याकको लम्बाई जति बढी हुन्छ (अथवा ढलान जति कम भिरालो हुन्छ), स्प्रिङ ब्यालेन्समा प्रयत्न (**Effort**) को मात्रा त्यति नै कम देखिन्छ। यसबाट ढालु सतहले बल घटाउन कसरी मद्दत गर्छ भन्ने कुरा आफैँ महसुस गर्न सकिन्छ।

शिक्षकका लागि प्रशिक्षण टिप (Training Tips for Teachers)

गुरुकुल प्रणालीमा विज्ञान शिक्षणलाई बढी व्यावहारिक र सान्दर्भिक बनाउन आदरणीय शिक्षकहरूले कक्षा सञ्चालन गर्दा निम्न बुँदाहरूमा जोड दिन सक्नुहुनेछ:

- **व्यावहारिक प्रदर्शन (Hands-on Demonstration):** पाठ सुरु गर्नुअघि विद्यार्थीलाई एउटा भारी किताब सिधै हातले उचाल्न लगाउनुहोस्। त्यसपछि रुलर र इरेजरको मद्दतले उत्तोलक (Lever) बनाएर सोही किताब उठाउन लगाउनुहोस्। यन्त्रले हाम्रो शारीरिक बललाई कसरी गुणात्मक वृद्धि (**Multiplication of Force**) गर्छ, उनीहरूले सुरुमै बुझ्नेछन्।
- **शब्दावलीको स्पष्टता (Etymological Clarity):** विद्यार्थीहरूलाई स्पष्ट पारिदिनुहोस् कि 'यन्त्र' एक वैदिक संस्कृत शब्द हो, जसको धातुगत अर्थ 'नियन्त्रण गर्नु' (To control / regulate) हुन्छ। यन्त्रले ब्रह्माण्डमा ऊर्जा नयाँ बनाउँदैन, बरु उपलब्ध ऊर्जा र बललाई मानव अनुकूल बनाउँछ।

- **घर्षण र स्नेहनको सम्बन्ध (Friction and Lubrication Connection):** ऋग्वेद १.१६४.१३ को उदाहरण दिँदै विद्यार्थीहरूलाई सोध्नुहोस् "साइकल वा मोटरसाइकलको चेनमा किन मोबिल वा ग्रीस लगाइन्छ?" त्यसपछि यसलाई प्राचीन रथको अक्ष (धुरी) मा लगाइने चिल्लो पदार्थ (**Lubricant**) सँग जोडेर घर्षण व्यवस्थापनको ऐतिहासिक निरन्तरता बुझाउनुहोस्।
- **MA र VR को व्यावहारिक अर्थ (Real Meaning of MA & VR):** ढालु सतह (उकालो बाटो) को उदाहरण दिँदै बुझाउनुहोस् "हामीले पहाडमा बाटो बनाउँदा सीधा नबनाएर किन घुमाउरो र लामो बनाउँछौँ?" बाटो जति लामो र कम भिरालो हुन्छ, वेग अनुपात (**VR**) उति बढी हुन्छ र चढ्न उति नै सजिलो (कम बल लाग्ने) हुन्छ। तर, सीधा चढ्दा र घुमेर चढ्दा गरिने कुल कार्य (**Total Work**) भने सधैँ बराबर नै हुन्छ।
- **इमानदारी र वैज्ञानिक सोच (Scientific Temperament and Academic Honesty):** विद्यार्थीहरूलाई हाम्रा पुर्खाहरूसँग उन्नत प्रविधि र व्यावहारिक यन्त्रविद्या थियो भन्ने प्रमाणित इतिहास (जस्तै: शुल्बसूत्रको ज्यामिति र शतारित्रा नौका) सिकाउनुहोस्। तर, "वेदमा आधुनिक विज्ञानका सबै गणितीय सूत्रहरू हुबहु थिए" भन्ने अतिशयोक्ति (Exaggeration) बाट टाढा राख्नुहोस्। प्रमाणित इतिहास र दार्शनिक प्रेरणाबीचको फरक छुट्याउन सिकाउनु नै वास्तविक वैज्ञानिक सोचको आधार हो।

५ मुख्य शब्दावली (Key Terms)

नेपाली शब्द	English Term / अर्थ
साधारण यन्त्र	Simple machine
यान्त्रिक लाभ	Mechanical Advantage (MA)
वेग अनुपात	Velocity Ratio (VR)
दक्षता	Efficiency (η)
फल्क्रम	Fulcrum — आधारबिन्दु
कप्पी	Pulley
ढालु सतह	Inclined plane

६ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन (Exercises & Assessment)

क) अवधारणागत प्रश्नहरू (Conceptual Questions)

१. यान्त्रिक लाभ (**MA**) र वेग अनुपात (**VR**) बीचका कुनै दुईवटा मुख्य भिन्नताहरू लेख्नुहोस्। वेग अनुपातको गणना गर्दा बल वा भारको सट्टा दूरी (**Distance**) लाई किन आधार लिइन्छ? कारण दिनुहोस्।

२. आदर्श यन्त्र (**Ideal Machine**) को दक्षता सधैँ १००% किन हुन्छ? व्यावहारिक जीवनमा प्रयोग हुने वास्तविक यन्त्र (**Real Machine**) को दक्षता १००% भन्दा कम हुनुको भौतिक कारण स्पष्ट पार्नुहोस्।

३. आधार बिन्दु (**Fulcrum**), भार (**Load**), र प्रयत्न (**Effort**) को अवस्थितिका आधारमा तीनवटा वर्गका लिभरहरूलाई उदाहरणसहित वर्गीकरण गर्नुहोस्।

४. साधारण यन्त्र (**Simple Machine**) भनेको के हो? आधुनिक विज्ञान अनुसार यसका छ वटा प्रकारहरू सूचीकृत गर्नुहोस्।

५. यान्त्रिक लाभ (**MA**) र दक्षता (**Efficiency**) बीचको भिन्नता प्रस्ट पार्नुहोस्।

६. MA र VR बीच के फरक छ? किन VR गणनामा दूरी प्रयोग हुन्छ?

ख) गणितीय समस्याहरू (Numerical Problems)

७. एउटा साधारण यन्त्रको प्रयोग गरी 600 N को भार उठाउनका लागि 250 N प्रयत्न लगाइन्छ। यदि उक्त यन्त्रको वेग अनुपात (VR) 4 छ भने, त्यसको यान्त्रिक लाभ (MA) र दक्षता (Efficiency) हिसाब गर्नुहोस्। (उत्तर: MA = 2.4, दक्षता = 60%)

८. एउटा गोदाममा सामान माथि लैजान 2 m लामो ढालु सतह (Inclined Plane) बनाइएको छ। यदि उक्त ढालु सतहले 0.5 m को उचाइमा भार पुऱ्याउँछ भने त्यसको वेग अनुपात (VR) कति होला? (उत्तर: VR = 4)

९. यदि एउटा तृतीय वर्गको लिभरमा प्रयत्न पाखुरा (Effort Arm) को लम्बाई 20 cm र भार पाखुरा (Load Arm) को लम्बाई 80 cm छ भने, उक्त लिभरको वेग अनुपात (VR) निकाल्नुहोस्। (उत्तर: VR = 0.25)

ग) प्रयोगात्मक, अनुप्रयोग तथा उच्च दक्षतागत प्रश्नहरू (Application & Higher Ability Questions)

१०. "ढालु सतह र कप्पी (Pulley) दुवैले कामलाई निकै सजिलो बनाउँछन्, तर तिनीहरूले कुल कार्य (Total Work) को मात्रालाई भने घटाउँदैनन्।" यस भनाइलाई कार्य र ऊर्जा संरक्षणको नियमका आधारमा पुष्टि गर्नुहोस्।

११. घर्षण (Friction) ले यन्त्रको दक्षतामा कस्तो असर गर्छ? ऋग्वेद (१.१६४.१३) मा वर्णित रथको अक्ष-स्नेहन (Axle Lubrication) को उदाहरण दिँदै घर्षण व्यवस्थापनको महत्त्व बुझाउनुहोस्।

१२. ढालु सतहले बलको परिमाणलाई कसरी घटाउँछ? VR = $\frac{l}{h}$ सूत्रको प्रयोग गरी पहाडी घुमाउरो बाटोको उदाहरण सहित स्पष्ट पार्नुहोस्।

१३. १२. ऋग्वेद (१.१६४.१३) को चक्र-वर्णन (पाङ्ग्रा र धुरीको सूक्त) मा 'अरा' (Spokes) को भूमिका र भार वितरण (Weight Distribution) सम्बन्धी कुन-कुन इन्जिनियरिङ तथ्यहरू झल्किन्छन्? व्याख्या गर्नुहोस्।

१४. **परियोजना कार्य तथा डिजाइन (Project Work & Design):** तपाईंको विद्यालयको स्टोरमा रहेको 50 kg द्रव्यमान (Mass) भएको एउटा गह्रौँ बाकसलाई जमिनबाट 1 m माथि रहेको स्टेजमा उचालेर राख्नुपर्नेछ। उक्त बाकसलाई एक्लै वा कम बलमा सुरक्षित रूपमा माथि पुऱ्याउन तपाईं कुन साधारण यन्त्र वा संयुक्त यन्त्रको प्रयोग गर्नुहुन्छ? सो यन्त्रको एक संक्षिप्त रूपरेखा वा चित्र (Design) बनाई त्यसको छनोट गर्नुको वैज्ञानिक कारण लेख्नुहोस्।

१५. **विवेक तथा तार्किक चिन्तन (Critical Thinking Question):** "साधारण यन्त्रका आधारभूत इन्जिनियरिङ सिद्धान्तहरू वैदिक कालमा व्यावहारिक रूपमा अस्तित्वमा थिए" भन्ने ऐतिहासिक तथ्य र "वेदमा आधुनिक भौतिक विज्ञानका गणितीय सूत्रहरू (MA, VR) हुबहु उपलब्ध थिए" भन्ने दाबीमध्ये कुन चाहिँ प्रमाणित इतिहास हो र कुन चाहिँ व्याख्या मात्र हो? पुस्तकमा प्रस्तुत सम्पादकीय सिद्धान्तका आधारमा सकारण विश्लेषण गर्नुहोस्।

कक्षा ९ • अध्याय ९

ऊर्जाका स्रोतहरू

Sources of Energy

यस अध्यायमा ***In this chapter***

- नवीकरणीय (renewable) र अनवीकरणीय (non-renewable) ऊर्जा स्रोत छुट्याउने
- सौर्य ऊर्जा, आणविक ऊर्जा (विखण्डन र संलयन) र वैकल्पिक स्रोत बुझ्ने
- सूर्यलाई ऊर्जाको परम स्रोतका रूपमा व्याख्या गर्ने
- बायोग्यास उत्पादन, फाइदा र ऊर्जा संरक्षणका उपाय बुझ्ने

१ आधुनिक विज्ञानको व्याख्या (Modern Science)

ऊर्जा (Energy): भौतिक विज्ञानको परिभाषा अनुसार, कार्य गर्ने क्षमतालाई **ऊर्जा** भनिन्छ। हाम्रो ब्रह्माण्डमा हुने साना-ठूला प्रत्येक परिवर्तन वा कार्यका लागि ऊर्जा अनिवार्य हुन्छ। (जस्तै: हामीलाई हिँड्न वा सोच्न जैविक ऊर्जा चाहिन्छ भने गाडी गुड्न वा बत्ती बल्न मेकानिकल वा विद्युतीय ऊर्जा चाहिन्छ)।

- **SI एकाई:** ऊर्जालाई नाप्ने अन्तर्राष्ट्रिय एकाई **जुल** (**Joule**) हो, जसलाई छोटकरीमा **J** संकेतले जनाइन्छ।

ऊर्जा संरक्षणको नियम (Law of Conservation of Energy)

ब्रह्माण्डमा ऊर्जा सधैँ एक रूपबाट अर्को रूपमा परिवर्तन भइरहन्छ। यसै व्यवहारलाई बुझाउन ऊर्जा संरक्षणको नियम प्रतिपादन गरिएको छ, जस अनुसार:

ऊर्जा संरक्षणको नियम: ऊर्जालाई न त नयाँ निर्माण गर्न सकिन्छ, न त यसलाई पूर्ण रूपमा नष्ट नै गर्न सकिन्छ। यसलाई केवल ऊर्जाको एक रूपबाट अर्को रूपमा रूपान्तरण (**Transformation of Energy**) मात्र गर्न सकिन्छ। त्यसैले, यस ब्रह्माण्डमा रहेको कुल ऊर्जाको परिमाण सधैँ अचम्म र स्थिर रहन्छ।

- ***उदाहरण:*** जलविद्युत आयोजनामा बहिरहेको पानीको गति ऊर्जा (**Kinetic Energy**) लाई टर्बाइन घुमाएर विद्युतीय ऊर्जा (**Electrical Energy**) मा रूपान्तरण गरिन्छ।

ऊर्जाका स्रोतहरूको वर्गीकरण (Classification of Energy Sources)

प्रकृतिमा उपलब्ध ऊर्जाका स्रोतहरूलाई तिनीहरूको पुनःपूर्ति हुने (फेरि-फेरि प्राप्त हुने) क्षमताका आधारमा मुख्यतया दुई भागमा वर्गीकरण गरिन्छ:

१. नवीकरणीय ऊर्जाका स्रोत (Renewable Energy Sources): प्रकृतिमा कहिल्यै नसकिने र प्राकृतिक प्रक्रियाद्वारा निरन्तर पुनःपूर्ति (Replenish) भइरहने ऊर्जाका स्रोतहरूलाई नवीकरणीय स्रोत भनिन्छ। यी स्रोतहरू वातावरणमैत्री, दिगो र प्रायः प्रदूषणरहित हुन्छन्।

- ***उदाहरणहरू:*** सौर्य ऊर्जा (**Solar energy**), वायु ऊर्जा (**Wind energy**), जलविद्युत ऊर्जा (**Hydro-power**), बायोमास (**Biomass**), ज्वारभाटा ऊर्जा (**Tidal energy**), र भू-तापीय ऊर्जा (**Geothermal energy**)।

२. अनवीकरणीय ऊर्जाका स्रोत (Non-renewable Energy Sources): प्रकृतिमा सीमित (Limited) मात्रामा उपलब्ध भएका र एकपटक प्रयोग गरिसकेपछि पुनः प्राप्त गर्न करोडौँ वर्ष लाग्ने वा पूरै सकिएर जाने ऊर्जाका स्रोतहरूलाई अनवीकरणीय स्रोत भनिन्छ। यस्ता जीवाश्म इन्धनहरू (Fossil Fuels) जलाउँदा वातावरणमा अत्यधिक प्रदूषण फैलन्छ।

- ***उदाहरणहरू:*** कोइला (**Coal**), पेट्रोलियम (**Petroleum** - पेट्रोल, डिजेल, मट्टितेल), प्राकृतिक ग्याँस (**Natural gas**), र आणविक इन्धन (**Nuclear fuel** - जस्तै युरेनियम)।

सूर्य : ऊर्जाको परम स्रोत (Sun: The Ultimate Source of Energy)

पृथ्वीमा उपलब्ध लगभग सबै प्रकारका ऊर्जाका स्रोतहरूको मूल जग **सूर्य** नै हो।

- **ऊर्जा कसरी बन्छ?:** सूर्यको केन्द्रमा अत्यधिक तापक्रम र चापका कारण निरन्तर **नाभिकीय संलयन** (**Nuclear Fusion**) प्रक्रिया भइरहन्छ। यस प्रक्रियामा हाइड्रोजनका हल्का नाभिकहरू (Nuclei) एकापसमा जोडिएर हिलियमको भारी नाभिक बन्दछ र अपार मात्रामा प्रकाश र ताप ऊर्जा निस्कन्छ।
- **अप्रत्यक्ष सौर्य ऊर्जा:** सूर्यको तापले वायुमण्डल तातेर हावा चल्छ (वायु ऊर्जा)। समुद्रको पानी बाफ बनेर वर्षा गराउँछ (जल ऊर्जा) । र हरिया बिरुवाहरूले **प्रकाश-संश्लेषण** (**Photosynthesis**) मार्फत खाना बनाई कालान्तरमा जमीनमुनि दबाएर जीवाश्म इन्धन (**Fossil Fuels**) बन्दछ। त्यसैले, वायु, जल, र जैविक ऊर्जा वास्तवमा अप्रत्यक्ष रूपमा सौर्य ऊर्जाकै फरक रूप हुन्।

सौर्य ऊर्जाका प्रमुख प्रयोगहरू (Uses of Solar Energy):

- **सौर्य फोटोभोल्टाइक प्यानल (Solar PV Panel):** यसले सूर्यको प्रकाशलाई सिधै विद्युत ऊर्जा (Electricity) मा रूपान्तरण गर्दछ।
- **सौर्य तापीय प्रणाली (Solar Thermal System):** यसले सूर्यको तापलाई प्रयोग गरेर पानी तताउने (Solar Water Heater), खाना पकाउने (Solar Cooker), र अन्न सुकाउने (Solar Dryer) काम गर्छ।
- **सीमा वा कमजोरी (Limitations):** राती र बादल लागेको समयमा सौर्य ऊर्जा उपलब्ध हुँदैन, र यसको सुरुवाती जडान लागत (**Initial Cost**) उच्च हुन्छ।

आणविक ऊर्जा *(Nuclear energy)*

परमाणुको केन्द्रमा रहेको नाभिक (Nucleus) बाट प्राप्त हुने अत्यन्तै शक्तिशाली ऊर्जालाई **आणविक ऊर्जा** भनिन्छ। यो दुईवटा फरक प्रक्रियाबाट प्राप्त हुन्छ:

1. **नाभिकीय विखण्डन (Nuclear Fission):** यस प्रक्रियामा युरेनियम-२३५ (^{235}U) जस्ता भारी आणविक नाभिकलाई न्यूट्रोनले प्रहार गरेर फुटाइन्छ, जसबाट प्रचुर ऊर्जा र थप न्यूट्रोनहरू निस्कन्छन्। आधुनिक आणविक बिजुली घर (**Nuclear Power Plants**) हरूमा यही प्रक्रियाबाट बिजुली निकालिन्छ।
2. **नाभिकीय संलयन (Nuclear Fusion):** यस प्रक्रियामा दुई वा दुईभन्दा बढी हल्का नाभिकहरू (जस्तै हाइड्रोजन) एकापसमा जोडिएर एउटा भारी नाभिक (हिलियम) बन्दछ र ऊर्जा निस्कन्छ। यो सूर्य र ताराहरूको ऊर्जाको मुख्य स्रोत हो।

वैकल्पिक स्रोत र बायोग्यास *(Alternative sources & biogas)*

जीवाश्म इन्धन (कोइला, पेट्रोलियम) को विकल्पका रूपमा प्रयोग गरिने वातावरणमैत्री स्रोतहरूलाई **वैकल्पिक ऊर्जा** भनिन्छ।

बायोग्याँस वा गोबरग्याँस (Biogas):

गोबर, दिसा-पिसाब, वा कुहिने जैविक फोहोरहरूलाई अक्सिजन नभएको बन्द ट्याङ्की अर्थात् **अक्सिजनविहीन अवस्था** (**Anaerobic Condition**) मा राख्दा जीवाणु (Bacteria) हरूले त्यसलाई कुहाएर एक प्रकारको ग्याँस उत्पादन गर्छन्, जसलाई बायोग्याँस भनिन्छ।

- **मुख्य ग्याँस:** बायोग्याँसमा मुख्य रूपमा **मिथेन ग्याँस** (CH_4, लगभग ५०–७०%) हुन्छ, जुन अत्यधिक प्रज्वलनशील (बल्न सक्ने) इन्धन हो।
- **फाइदाहरू:** यसले खाना पकाउन र बत्ती बाल्न मद्दत गर्छ, ग्रामीण क्षेत्रमा धुवाँको मात्रा घटाई स्वास्थ्यमा सुधार ल्याउँछ, र ग्याँस बनिसकेपछि बाँकी रहेको लेदो वा लेदो मल (**Slurry**) खेतीपातीका लागि उत्कृष्ट प्राङ्गारिक मल (Organic Fertilizer) बन्छ। नेपालका ग्रामीण घरहरूमा यो प्रविधि व्यापक रूपमा सफल भएको छ।

अन्य वैकल्पिक स्रोतहरू *(Other Alternative Sources):*

- **वायु ऊर्जा (Wind Energy):** ठूला-ठूला पवन टर्बाइन (**Wind Turbines**) घुमाएर निकालिने बिजुली।
- **ज्वारभाटा ऊर्जा (Tidal Energy):** समुद्रको छाल र ज्वारभाटाको गतिबाट निकालिने ऊर्जा।
- **भू-तापीय ऊर्जा (Geothermal Energy):** जमिनमुनि रहेको प्राकृतिक ताप वा तातो पानीको बाफबाट प्राप्त हुने ऊर्जा।

हल गरिएको उदाहरण: ऊर्जा रूपान्तरण *(Worked Example: Energy Transformation)*

प्रश्न: एउटा सौर्य प्यानल (**Solar Panel**) ले सूर्यको प्रकाश ऊर्जालाई कुन ऊर्जामा रूपान्तरण गर्दछ? र उक्त प्यानलबाट उत्पादित ऊर्जालाई एउटा विद्युतीय बल्बमा जोड्दा त्यहाँ ऊर्जाको कुन-कुन रूपमा रूपान्तरण हुन्छ? स्पष्ट पार्नुहोस्।

हल (Solution):

यस प्रक्रियामा ऊर्जाको रूपान्तरण दुईवटा मुख्य चरणहरूमा सम्पन्न हुन्छ:

चरण १: सौर्य प्यानलमा (In the Solar Panel):
सौर्य फोटोभोल्टाइक प्यानलले सूर्यबाट प्राप्त हुने **प्रकाश ऊर्जा** (**Light Energy**) लाई सोझै **विद्युतीय ऊर्जा** (**Electrical Energy**) मा रूपान्तरण गर्दछ।

$$\text{प्रकाश ऊर्जा} \xrightarrow{\text{सौर्य प्यानल}} \text{विद्युतीय ऊर्जा}$$

चरण २: विद्युतीय बल्बमा (In the Electric Bulb):
जब उक्त विद्युतीय ऊर्जा बल्बमा बग्दछ, तब बल्बको फिलामेन्ट वा एल.इ.डी. (LED) ले त्यस विद्युतीय ऊर्जालाई मुख्य रूपमा **प्रकाश ऊर्जा** (**Light Energy**) र केही मात्रामा **ताप ऊर्जा** (**Heat Energy**) मा रूपान्तरण गर्दछ।

$$\text{विद्युतीय ऊर्जा} \xrightarrow{\text{विद्युतीय बल्ब}} \text{प्रकाश ऊर्जा} + \text{ताप ऊर्जा}$$

समग्र ऊर्जा प्रवाह शृङ्खला (Overall Energy Flow Chain):

प्रकाश ऊर्जा (सूर्य) → विद्युतीय ऊर्जा (तार/ब्याट्री) → प्रकाश ऊर्जा + ताप ऊर्जा (बल्ब)

वैज्ञानिक निष्कर्ष:
यस प्रक्रियाको हरेक चरणमा हामीले चाहेको मुख्य ऊर्जा बाहेक केही मात्रामा ऊर्जा घर्षण वा अवरोधका कारण अनुपयोगी तापका रूपमा वायुमण्डलमा प्रवाहित (खेर) हुन्छ। तर, यदि सुरुको कुल ऊर्जा र अन्तिममा बदलिएका सबै ऊर्जाका रूपहरूलाई जोडने हो भने **कुल ऊर्जा सधैँ संरक्षित (स्थिर)** रहन्छ। यसले ऊर्जा संरक्षणको नियमलाई पुष्टि गर्दछ।

ऊर्जा संरक्षण *(Energy conservation)*

हामीले ऊर्जा संरक्षणको नियममा पढ्यौँ कि ब्रह्माण्डको कुल ऊर्जा सधैँ स्थिर रहन्छ। तर व्यावहारिक जीवनमा **ऊर्जा संरक्षण (Energy Conservation)** भन्नाले उपलब्ध ऊर्जाका सीमित स्रोतहरूलाई खेर जान नदिनु र तिनको बुद्धिमानीपूर्वक एवं कम खर्चिलो तरिकाले प्रयोग गर्नु हो। विशेष गरी अनवीकरणीय ऊर्जाका स्रोतहरू (जस्तै: पेट्रोलियम र कोइला) तीव्र गतिमा सकिँदै गएकाले भावी पुस्ताका लागि ऊर्जा जोगाउनु आजको मुख्य आवश्यकता हो।

ऊर्जा संरक्षणका व्यावहारिक उपायहरू (Practical Methods of Energy Conservation)

दैनिक जीवनमा साना-साना बानीहरू परिवर्तन गरेर हामीले ठूलो मात्रामा ऊर्जा बचत गर्न सक्छौँ:

- **कम ऊर्जा खपत गर्ने उपकरणको प्रयोग:** परम्परागत फिलामेन्ट बल्ब वा ट्युबलाइटको सट्टा अत्यधिक कम बिजुली खपत गर्ने **एल.इ.डी. (LED)** बत्ती र ऊर्जा-दक्ष (Energy-efficient) घरायसी उपकरणहरू प्रयोग गर्ने।
- **सजगता अपनाउने:** आवश्यकता नभएको बेलामा कोठाको बत्ती, पंखा, कम्प्युटर तथा अन्य विद्युतीय उपकरणहरू तुरुन्तै बन्द (Switch off) गर्ने।
- **सार्वजनिक यातायातको प्रवर्द्धन:** व्यक्तिगत सवारी साधन (कार वा मोटरसाइकल) को सट्टा सार्वजनिक यातायात, साइकलको प्रयोग गर्ने वा छोटो दूरीमा पैदल हिँड्ने। यसले तेलको ठूलो मात्रा बचत गर्छ।

- **नवीकरणीय स्रोततर्फ रूपान्तरण (Shift to Renewables):** घरायसी काम र उद्योगहरूमा जीवाश्म इन्धनको सट्टा सौर्य ऊर्जा, बायोग्याँस र जलविद्युत जस्ता नवीकरणीय ऊर्जाको प्रयोग बढाउने।

ऊर्जा संरक्षणका वातावरणीय फाइदाहरू (Environmental Benefits)

ऊर्जा जोगाउनु भनेको केवल पैसा बचत गर्नु मात्र होइन, यो हाम्रो पृथ्वीलाई बचाउने महाअभियान पनि हो:

> 🌍 **प्रदूषणमा कमी:** जीवाश्म इन्धन जति कम जलाइन्छ, वायुमण्डलमा कार्बनडाइअक्साइड (CO_2) जस्ता हानिकारक हरितगृह ग्याँसहरू (Greenhouse Gases) को उत्सर्जन त्यति नै कम हुन्छ, जसले गर्दा वायु प्रदूषण घट्छ।
>
> 🌡 **जलवायु परिवर्तनको जोखिम न्यूनीकरण:** ऊर्जा संरक्षणले विश्वव्यापी उष्णता (**Global Warming**) र **जलवायु परिवर्तन (Climate Change)** को गम्भीर खतरालाई कम गर्न प्रत्यक्ष मद्दत पुऱ्याउँछ।

सोच्नै पर्ने कुरा (Action Task):

जब तपाईं कोठाबाट बाहिर निस्कँदा बत्ती बन्द गर्नुहुन्छ, तपाईंले केवल बिजुली मात्र जोगाउनुहुन्न, बरु अप्रत्यक्ष रूपमा वातावरणमा कार्बनको मात्रा घटाइरहनुभएको हुन्छ। आजैबाट आफ्नो घर र विद्यालयमा ऊर्जा संरक्षणको अभियन्ता बन्नुहोस्।

ऊर्जाका स्रोतहरू : वैदिक दृष्टि

Sources of Energy — The Vedic View

> **यस अध्यायमा** *In this chapter*
> - ऊर्जा, यसको संरक्षण र परम स्रोतबारे वैदिक दृष्टिकोण बुझ्ने
> - नवीकरणीय/अनवीकरणीय स्रोत र वातावरणीय चेतनाको वैदिक आधार जान्ने
> - आधुनिक विज्ञान र वैदिक दर्शनबीचको विषयगत समानता (तुलनात्मक तालिका) हेर्ने
> - प्रमाणित समानता र व्याख्यात्मक प्रेरणाबीचको फरक इमानदारीपूर्वक छुट्याउने

१: वैदिक सन्दर्भ (Vedic Reference)

वैदिक परम्परामा ताप, प्रकाश र ऊर्जाको प्रतीक लाई **अग्नि (Agni)** रुप मानिन्छ र अत्यन्त पूजनीय मानिन्छ। आधुनिक भौतिक विज्ञान समेतले ताप (**Heat**) र प्रकाश (**Light**) लाई ऊर्जाकै विशिष्ट रूपहरूका रूपमा व्याख्या गर्दछ। वैदिक परम्परामा ब्रह्माण्डमा व्याप्त सम्पूर्ण ताप, प्रकाश, र ऊर्जाको भौतिक एवं दार्शनिक प्रतीकका रूप ठानिने **अग्नि (Agni)** को ब्रह्माण्डकै सबैभन्दा प्राचीन ज्ञान-ग्रन्थ ऋग्वेदको नै ऊर्जा र प्रकाशको संवाहक 'अग्नि वन्दना" बाट सुरुवात हुन्छ। ऋग्वेदको पहिलो ऋचा नै

अग्निलाई सम्बोधन गर्दै सुरु हुन्छ, र उपनिषदमा अन्धकारबाट प्रकाशतर्फको यात्रालाई सर्वोच्च आकांक्षाका रूपमा लिइएको छ:

> *अग्निमीळे पुरोहितं यज्ञस्य देवमृत्विजम् ।*
> *होतारं रत्नधातमम् ॥*
> *— ऋग्वेद १.१.१*

सरल अर्थ र वैज्ञानिक व्याख्या:

अग्निमीळे (I praise Agni): म अग्निको स्तुति गर्दछु।
यज्ञस्य पुरोहितं देवमृत्विजम् (The divine priest of sacrifice): जो यज्ञ (प्रकृतिको रूपान्तरण प्रक्रिया) लाई अगाडि बढाउने प्रमुख ऊर्जा हो।
रत्नधातमम् (The bestower of treasures): जसले संसारमा शक्ति र समृद्धिका अमूल्य रत्नहरू धारण गर्दछ।

बुझ्नुपर्ने सम्बन्ध: विज्ञानको दृष्टिकोणबाट '**यज्ञ**' भनेको पदार्थ र ऊर्जाको **रूपान्तरण चक्र** हो। सूर्यमा हुने संलयन होस् वा पृथ्वीमा हुने दहन, 'अग्नि' (ताप र प्रकाश ऊर्जा) विना कुनै पनि प्राकृतिक वा रासायनिक प्रक्रिया सम्भव छैन। त्यसैले, अग्निलाई ब्रह्माण्डको प्रथम सक्रिय ऊर्जा मानिएको हो।

उपनिषद्हरूमा भौतिक प्रकाशको उपस्थितिलाई अज्ञानता र अन्धकारको विनाशक मात्र मानिएको छैन, यसलाई चेतना र जीवजगतको सर्वोच्च आकांक्षाका रूपमा लिइएको छ:

> *असतो मा सद्गमय । तमसो मा ज्योतिर्गमय ।*
> *मृत्योर्मामृतं गमय ॥*
> *— बृहदारण्यक उपनिषद् १.३.२८*

सरल अर्थ र वैज्ञानिक व्याख्या:

तमसो मा ज्योतिर्गमय (Lead me from darkness to light): मलाई अन्धकारबाट ज्योति (प्रकाश/ऊर्जा) तर्फ लैजाऊ।

बुझ्नुपर्ने सम्बन्ध: भौतिक विज्ञानमा अन्धकार (Darkness) को आफ्नै कुनै स्वतन्त्र अस्तित्व हुँदैन। यो केवल प्रकाश (Light) को अनुपस्थिति (Absence) मात्र हो। उपनिषद्को यो अमर प्राथनाको वैज्ञानिक मर्म यहाँ निर भेटिन्छ। संसारमा अज्ञानता, जडता वा अन्धकारलाई हटाउन केवल ज्ञान र प्रकाश रूपी ऊर्जाको सञ्चार मात्र एक मात्र विकल्प हो।

चिन्तन (Key Learning):

जब हामी प्रयोगशालामा मैनबत्ती बालेर ताप र प्रकाश ऊर्जाको अध्ययन गर्छौं, वा सूर्यको प्रकाशबाट सौर्य ऊर्जा उत्पादन गर्छौं, तब हामी अप्रत्यक्ष रूपमा वेदले व्याख्या गरेको 'अग्नि' र 'ज्योति' कै

व्यावहारिक रूपान्तरणसँग साक्षात्कार गरिरहेका हुन्छौं। प्राचीन ऋषिहरूले यसै भौतिक ऊर्जालाई आध्यात्मिक र नैतिक रूपान्तरणको माध्यम बनाएका थिए।

खण्ड २: वैदिक प्राचीन सन्दर्भ *(Vedic & Ancient Reference)*

आधुनिक विज्ञानले ऊर्जालाई गणितीय र भौतिक रूपमा वर्गीकरण गर्नुभन्दा हजारौँ वर्ष अगाडि नै वैदिक संहिता र उपनिषद्हरूले ऊर्जाको प्रकृति, यसको अविनाशिता (संरक्षण), परम स्रोत, र प्रकृतिसँगको सन्तुलनलाई दार्शनिक एवं नैतिक रूपमा गहिरो ढङ्गले उठाएका थिए। यहाँ के बुझ्नुपर्छ भने, वेद र आधुनिक विज्ञानबीचको यो समानता मुख्यतया **'विषय र चेतना' (Subject and Concepts)** को स्तरमा हो। यसको अर्थ प्राचीन ग्रन्थहरूमा आधुनिक भौतिकशास्त्रमा जस्तो प्रयोगशालाका गणितीय सूत्रहरू हुबहु र प्रत्यक्ष रूपमा उपलब्ध थिए भन्ने होइन। बरु, यसले प्रकृतिका नियमहरूलाई बुझ्ने हाम्रा पुर्खाहरूको तार्किक र दार्शनिक चिन्तन कति उन्नत थियो भन्ने कुरालाई दर्शाउँछ।

समानता 'विषय र चेतना' को हो, गणितीय सूत्रको प्रत्यक्ष प्रमाण होइन।

२.१ ऊर्जा र संरक्षणको नियम *Energy & the Law of Conservation*

आधुनिक भौतिकशास्त्रको **ऊर्जा संरक्षणको नियम** (Law of Conservation of Energy) ले ऊर्जा कहिल्यै नष्ट हुँदैन र ब्रह्माण्डको कुल ऊर्जा सधैँ स्थिर रहन्छ भनी प्रमाणित गर्दछ। यही अकाट्य सत्यलाई उपनिषद्को सबैभन्दा प्रसिद्ध शान्तिमन्त्रमा भेटिन्छ:

> ***ॐ पूर्णमदः पूर्णमिदं पूर्णात्पूर्णमुदच्यते ।***
> ***पूर्णस्य पूर्णमादाय पूर्णमेवावशिष्यते ॥***
>
> **— ईशावास्योपनिषद् (शान्तिपाठ) / बृहदारण्यक उपनिषद् ५.१.१**

वैज्ञानिक र दार्शनिक भावार्थ: यस ब्रह्माण्डको मूल कारण (अदृश्य ऊर्जा) पनि पूर्ण छ र त्यसैबाट प्रकट भएको यो कार्य-जगत् (दृश्य ऊर्जा र पदार्थ) पनि पूर्ण छ। पूर्णबाट पूर्णलाई निकाल्दा वा रूपान्तरण गर्दा पनि त्यसको कुल परिमाण घट्दैन, र अन्त्यमा पूर्ण नै अवशिष्ट रहन्छ। विज्ञानको भाषामा भन्दा, ब्रह्माण्डमा ऊर्जाको रूप परिवर्तन (Transformation) भए तापनि **कुल ऊर्जाको मात्रा सधैँ स्थिर (Constant)** रहन्छ।

२.२ नवीकरणीय र अनवीकरणीय स्रोत *Renewable & Non-renewable*

वैदिक परम्परामा **सूर्य, वायु, अग्नि र जल (आपः)** लाई प्रकृतिको निरन्तर चक्रमार्फत पुनःपूर्ति हुने, नसकिने शक्तिका रूपमा वन्दना गरिन्छ । यो आजको **नवीकरणीय ऊर्जा (Renewable Energy)** को अवधारणासँग मिल्दो भाव हो।

यसको विपरीत, पृथ्वीको गर्भमा रहेका खनिज र इन्धनलाई **सीमित सम्पदा** मानी सचेतता अपनाउन अथर्ववेदको भूमिसूक्तले यसलाई मानवको 'नैतिक कर्तव्य' का रूपमा व्याख्या गर्दै प्रकृतिलाई आमाको दर्जा दिएको छ ।

> ***माता भूमिः पुत्रो अहं पृथिव्याः ।***
>
> **— अथर्ववेद (१२.१.१२)**

वैज्ञानिक र दार्शनिक भावार्थ: यो भूमि मेरी आमा हुन् र म यस पृथ्वीको पुत्र हूँ।"

जब नागरिकमा यो चेतना आउँछ, तब उसले प्राकृतिक स्रोतहरूको उपभोग मात्र गर्दैन, बरु तिनको संरक्षण र आदर पनि गर्न थाल्छ। अनावश्यक बत्ती निभाउनु, पानी जोगाउनु वा इन्धनको कम प्रयोग गर्नु (ऊर्जा संरक्षण) कुनै बाह्य कानुनका कारण नभई आमाप्रतिको आन्तरिक कर्तव्य बन्न पुग्छ। प्राचीन ऋषिहरूले सिकाएको यही सन्तुलन नै आजको **दिगो विकास** (Sustainable Development) को मूल मर्म हो।

२. ३ अनवीकरणीय स्रोत र भूगर्भीय संरक्षण *Non-renewable Sources & Geological Protection*

हामीले आधुनिक विज्ञानमा पढ्यौँ कि कोइला, पेट्रोलियम र प्राकृतिक ग्याँस जस्ता अनवीकरणीय ऊर्जाका स्रोतहरू प्रकृतिमा सीमित मात्रामा मात्र उपलब्ध छन् र यिनको अत्यधिक दोहनले वातावरणीय सन्तुलन बिग्रन्छ। हजारौँ वर्ष अगाडि रचना गरिएको अथर्ववेदको **'भूमिसूक्त'** मा पृथ्वीको गर्भभित्र रहेका यस्ता सीमित स्रोतहरूको विवेकपूर्ण उपयोग र भूगर्भीय संरक्षणका लागि एउटा अत्यन्तै घनिष्ठ र संवेदनशील निर्देश दिइएको छ:

> ***यत्ते भूमिं विखनामि क्षिप्रं तदपि रोहतु ।***
> ***मा ते मर्म विमृग्वरि मा ते हृदयमर्पिपम् ॥***
>
> **— अथर्ववेद १२.१.३५ (भूमिसूक्त)**

वैज्ञानिक र दार्शनिक भावार्थ: हे मातृभूमि, तिम्रो गर्भबाट हामीले (आवश्यकताका लागि) जुन खनिज, कोइला वा जैविक इन्धन खनेर निकाल्छौँ, त्यो प्राकृतिक प्रक्रियाद्वारा चाँडै पुनः परिपूर्ति (उम्रन/भरिन) हुन सकोस्।तिम्रो मर्मस्थल (केन्द्र/भूगर्भ) र हृदयमा कहिल्यै गहिरो चोट वा स्थायी क्षति नपुगोस्।

आधुनिक विज्ञान र वैदिक चेतनाको सामञ्जस्य (Science-Veda Synthesis):

- **अनवीकरणीय स्रोत जोगाउने चेतना:** यो ऋचाले पृथ्वीको गर्भमा रहेका सीमित भूगर्भीय स्रोतहरू (कोइला, खनिज तेल) को अनियन्त्रित र अन्धाधुन्ध दोहनप्रति प्राचीन कालको उच्च नैतिक र वातावरणीय सचेतनालाई देखाउँछ।
- **दिगो दोहनको सिद्धान्त (Sustainable Extraction):** जब हामी खनिज इन्धनहरू तीव्र गतिमा निकाल्छौँ, तब पृथ्वीको आन्तरिक संरचना (मर्मस्थल) बिग्रन्छ, जसले गर्दा भूक्षय, भूकम्प वा जलवायु परिवर्तन जस्ता संकट निम्तिन्छन्। वेदको यो दृष्टिकोण आजको आधुनिक पर्यावरण विज्ञानको **'अनवीकरणीय स्रोत जोगाऔँ'** र **'दिगो विकास'** (**Sustainable Development**) भन्ने चेतनाको सबैभन्दा सुन्दर र प्राचीन पूर्वरूप हो ।

चिन्तन (Key Takeaway):

जब हामी गाडीमा पेट्रोल वा डिजेल हाल्छौँ, वा उद्योगहरूमा कोइलाको प्रयोग गर्छौं, तब हामीले यो बुझ्नुपर्छ कि यो ऊर्जा सजिलै फर्किएर आउने होइन। हाम्रा ऋषिहरूले पृथ्वीलाई खन्दा "उनको हृदयमा चोट नपुगोस्" भन्नुको अर्थ नै प्रकृतिको स्रोतलाई उपभोग गर्दा जथाभाबी नगर्नु र भविष्यका लागि सञ्चित राख्नु हो।

२. ४ सूर्य — ऊर्जाको परम स्रोत *Sun: The Ultimate Source of Energy*

आधुनिक विज्ञानले पृथ्वीमा उपलब्ध लगभग सबै प्रकारका ऊर्जाका स्रोतहरूको मूल जग सूर्यलाई नै मान्दछ, किनकि वायु, जल र जैविक ऊर्जा सबै अप्रत्यक्ष रूपमा सौर्य ऊर्जाकै रूपान्तरण हुन्। यही प्राकृतिक र वैज्ञानिक सत्यलाई हजारौँ वर्ष अगाडि ऋग्वेदले सूर्यलाई सम्पूर्ण ब्रह्माण्डको प्राण र आत्मा भनी घोषणा गरेको छ।

> *चित्रं देवानामुदगादनीकं चक्षुर्मित्रस्य वरुणस्याग्नेः ।*
> *आ प्रा द्यावापृथिवी अन्तरिक्षं*
> *सूर्य आत्मा जगतस्तस्थुषश्च ॥*
> — ऋग्वेद १.११५.१

भावः सूर्य नै यस संसारमा रहेका गतिशील (चर) र स्थिर (अचर) सम्पूर्ण जगत्को आत्मा अर्थात् ऊर्जा र जीवनको परम स्रोत हो। सूर्य नै पृथ्वीमा उपलब्ध सबै जीवन र गतिको मूल स्रोत हो।

यो वैदिक भाव, र 'वायु, जल तथा जैविक ऊर्जा सबै अप्रत्यक्ष सौर्य ऊर्जा हुन् भन्ने आधुनिक भौतिक विज्ञानको निष्कर्षबीच निकै सुन्दर र गहिरो विषयगत मेल देखिन्छ।

प्रमाण-आधारित वैज्ञानिक विश्लेषण (Evidence-based Analysis)

हामीले विज्ञानमा रहेको वेदको वैज्ञानिक दृष्टिकोण (Scientific Temperament) बलियो बनाउनका लागि ऐतिहासिक सन्दर्भ र आधुनिक खोजबीचको सीमारेखा बुझ्न आवश्यक छ:

- **नाभिकीय संलयन (Nuclear Fusion):** सूर्यको केन्द्रमा अत्यधिक चाप र तापका कारण हाइड्रोजनका नाभिकहरू जोडिएर हिलियम बन्ने ($H \rightarrow He$) र अपार ऊर्जा निस्कने प्रक्रिया आधुनिक परमाणु भौतिकी (**Modern Nuclear Physics**) को विशिष्ट खोज हो ।
- **प्रतीकात्मक व्याख्या र प्रमाण (Metaphor vs. Proof):** वैदिक मन्त्रहरूमा प्रयोग भएका 'मित्र', 'वरुण' वा 'अग्नि' जस्ता शब्दहरूलाई आधुनिक विज्ञानको नाभिकीय संलयन वा आणविक बलसँग जोडेर हेर्नु एक **प्रतीकात्मक व्याख्या (Metaphorical Interpretation)** हो । त्यो कुनै गणितीय वा विज्ञानको प्रयोगशाला-प्रमाणित इतिहास होइन ।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway):

हाम्रा पुर्खाहरूले प्रकृतिको निरीक्षण गरेर सूर्य नै सम्पूर्ण पृथ्वीको ऊर्जा र गतिको सञ्चालक हो भन्ने कडी (Concept) लाई ठ्याक्कै पहिचान गरेका थिए। आधुनिक विज्ञानले सोही पहिचानलाई अझ सूक्ष्म रूपमा

अध्ययन गरी सूर्यभित्र ऊर्जा कसरी बन्छ भन्ने आणविक समीकरण ($H \rightarrow He$) पत्ता लगायो। त्यसैले प्राचीन दार्शनिक प्रेरणा र आधुनिक वैज्ञानिक प्रमाण दुवैको आफ्नै स्थानमा विशेष महत्त्व छ।

२. ५ आणविक ऊर्जा र प्राचीन अणुवाद *Nuclear Energy & Ancient Atomism*

१. दार्शनिक पृष्ठभूमि र कठोपनिषद्को प्रतिध्वनि (Philosophical Background)

आधुनिक परमाणु भौतिकी (**Modern Nuclear Physics**) ले परमाणुको केन्द्रमा रहने अत्यन्तै सूक्ष्म नाभिक (**Nucleus**) भित्र विशाल ऊर्जा लुकेको हुन्छ र त्यसको विखण्डन वा संलयनबाट अपार शक्ति निस्कन्छ भन्ने तथ्य प्रमाणित गरेको छ। यो भौतिक खोज हुनुभन्दा हजारौँ वर्ष अगाडि नै उपनिषद्हरूमा सूक्ष्मतम तत्वभित्र अपार ब्रह्माण्डीय सामर्थ्य लुकेको हुन्छ भन्ने दार्शनिक भाव व्यक्त गरिएको थियो:

> ***अणोरणीयान् महतो महीयान्...***
>
> **— कठोपनिषद् १.२.२०**

वैदिक र आधुनिक वैचारिक मेल: यस मन्त्रको मूल अर्थ चेतना, आत्मा वा ब्रह्मको सर्वव्यापी शक्तिको वर्णन गर्नु हो। यो कुनै भौतिक नाभिक (Nucleus) को गणितीय सूत्र होइन। तैपनि, *"सबैभन्दा सूक्ष्म कणभित्र सबैभन्दा विशाल शक्ति र बुद्धिमत्ता निहित हुन्छ"* भन्ने यो प्राचीन उपनिषद्को भाव र आधुनिक आणविक ऊर्जाको सिद्धान्तबीच एउटा अत्यन्तै रोचक विषयगत प्रतिध्वनि (**Conceptual Resonance**) पाइन्छ।

२. महर्षि कणाद र वैशेषिक दर्शनको परमाणुवाद
(Maharishi Kanada and Vaisheshika Atomism)

पश्चिममा जन डाल्टन (सन् १७६६–१८४४) ले आधुनिक परमाणु सिद्धान्त (**Atomic Theory**) प्रतिपादन गर्नु र जे. रोबर्ट ओपेनहाइमरको नेतृत्वमा सन् १९४५ मा पहिलो परमाणु बम (Atom Bomb) को सफल परीक्षण हुनुभन्दा धेरै शताब्दी अगाडि, ईसापूर्व दोस्रो शताब्दीतिरै **ऋषि कणाद**ले **वैशेषिक सूत्र** मार्फत 'परमाणुवाद' (Atomism) को जग बसाल्नुभएको थियो। कणादको शाब्दिक अर्थ नै "कणहरूको विज्ञ" भन्ने हुन्छ, जसका कारण उनलाई प्राचीन **आणविक सिद्धान्तको पिता** (Father of Ancient Atomism) मानिन्छ।

कणादको परमाणु खोजीको कथा (The Story of Rice Grain)

एक दिन ऋषि कणाद आफ्नो हातमा अन्न (खाना) लिएर हिँड्दै गर्दा अनायासै त्यसलाई हातले माडेर साना-साना कणमा विभक्त गर्न थाले। जब उनले ती कणहरूलाई झन्-झन् सूक्ष्म बनाउने प्रयास गरे, एउटा यस्तो अवस्था आयो जहाँ पुगेपछि त्यो कणलाई त्योभन्दा सानो टुक्रामा विभाजन गर्न सम्भव भएन। यसै व्यावहारिक अनुभवबाट उनको दिमागमा चिन्तन सुरु भयो "पदार्थको विभाजनको एउटा अन्तिम सीमा हुन्छ, जहाँ पुगेपछि कण अविभाज्य बन्छ।"

कणादिको स्वरूप र रासायनिक संयोजन (Formation of Matter)

प्राचीन वैशेषिक दर्शन अनुसार प्रकृतिका पञ्चमहाभूतहरू (आकाश बाहेक पृथ्वी, जल, तेज र वायु) अविभाज्य सूक्ष्म कणबाट बनेका छन्, जसलाई **कणादि** (अविभाज्य क्वान्टम कण / Quantum Particles) भनिन्छ।

- **स्थिर र गतिशील अवस्था:** कणादिहरू दुई अवस्थामा रहन्छन्: एउटा पूर्ण आरामको स्थिर अवस्था (**State of Rest**) र अर्को गतिशील अवस्था (**State of Motion**)।
- **डायाड (द्व्यणुक / Dyad):** ईश्वरको रचनात्मक इच्छा वा अव्यक्त प्रकृतिको गतिशीलताका कारण दुईवटा कणादिहरू एकापसमा संकलित भई **'द्व्यणुक'** (Dyad) बन्दछ।
- **ट्रायड (त्र्यणुक / Triad):** तीनवटा द्व्यणुकहरू (Dyads) मिलेर एउटा **'त्र्यणुक'** (Triad) को गठन हुन्छ। यो झ्यालको प्वालबाट आउने घामको किरणमा देखिने सबैभन्दा सानो दृश्य कण (महत/Triad) हो। यसमा त्रिगुणात्मक संरचना (सकारात्मक/Positive, नकारात्मक/Negative, र आवेशविहीन/Neutral गुण) को सङ्केत पाइन्छ, जुन आजको भौतिक विज्ञानको म्याटर (**Matter**) र एन्टिम्याटर (**Antimatter**) को गुणसँग तुलना गर्न सकिन्छ।

३. वैशेषिक दर्शनमा पदार्थको वर्गीकरण (Kanada's Classification of Reality)

महर्षि कणादले ब्रह्माण्डका सम्पूर्ण अनुभवका विषयहरूलाई भौतिक र तार्किक आधारमा वर्गीकरण गर्नुभएको छ, जसलाई **'पदार्थ'** (Categories of Existence) भनिन्छ। सुरुमा ६ र पछि ७ रूपमा यसको वर्गीकरण गरिएको छ।

क) अर्थगत विषयहरू (Objective Realities)

१. **द्रव्य (Substance/Matter):** ब्रह्माण्डको जग द्रव्य हो। यो **नौ प्रकारको** हुन्छ: पञ्चमहाभूत (पृथ्वी, जल, तेज, वायु, आकाश) जसलाई इन्द्रियले महसुस गर्न सक्छ । र अन्य चार तत्व (काल/समय, दिक्/स्थान, आत्मा, र मानस/मन)।

२. **गुण (Quality/Attribute):** द्रव्य विना गुणको स्वतन्त्र अस्तित्व हुँदैन। कणादले सुरुमा १७ गुण (जस्तैः रूप, रस, गन्ध, स्पर्श, सङ्ख्या, परिमाण, पृथकत्व आदि) उल्लेख गरे भने पछि प्रशस्तपादले ७ गुण थपेर **२४ गुण** (जसमा **गुरुत्व** अर्थात् ग्रैभिटी, **संस्कार** अर्थात् मेकानिकल वा इलास्टिक शक्ति) पुऱ्याए।

३. **कर्म (Activity/Motion):** पदार्थको गति विधिलाई **कर्म** भनिन्छ। कणादले गतिलाई ५ भागमा बाँडेका छन्:

- *उत्क्षेपण* (Motion against gravity - माथितिर फाल्नु)
- *अपक्षेपण* (Motion along with gravity - तलतिर खस्नु)
- *आकुञ्चन* (Motion causing shear stress - खुम्चिनु)
- *प्रसारण* (Motion causing tensile stress - फैलिनु)
- *गमन* (Linear motion - सीधा वा अन्य गति)

ख) तार्किक र बौद्धिक विषयहरू (Logical/Intellectual Realities)

४. **सामान्य (Generality):** धेरै वस्तुहरूमा पाइने साझा गुण वा बहुलता (Universal set)।

५. **विशेष (Particularity):** एउटा वस्तुलाई अर्कोभन्दा फरक छुट्याउने अन्तिम विशेषता। यसको उपश्रेणीमा **परमाणु** (Finite/Quantum) र **विभु** (Infinite Continuum) पर्दछन्।

६. **समवाय (Inherence):** कारण र प्रभावबीचको अविभाज्य सम्बन्ध वा संयोजन (जस्तै: धागो र कपडाको सम्बन्ध), जसलाई प्रत्यक्ष देख्न नसकिए पनि अनुमान गर्न सकिन्छ।

७. **अभाव (Absence):** कुनै वस्तुको अनुपस्थिति (जस्तै: प्रकाश नहुँदा अन्धकार हुनु), जसलाई पछि थपियो।

४. अविभाज्य कणादिको औचित्य: 'हिमालय विरोधाभास' को तर्क (The Himalayan Paradox)

ऋषि कणादले पदार्थ निरन्तर रूपमा विभाजित हुन सक्दैन र यो सीमित संख्याको अविभाज्य कण (कणादि) बाटै बनेको हुनुपर्छ भनी प्रमाणित गर्न एउटा सुन्दर तार्किक उदाहरण (Thought Experiment) प्रस्तुत गरेका छन्:

तार्किक उदाहरण: मानौँ, एउटा ढुङ्गा अविभाज्य कणादिबाट बनेको छैन र यसलाई अनन्तसम्म (जति पनि) टुक्रा पार्न सकिन्छ। यदि त्यसो हो भने, एउटा सानो ढुङ्गामा पनि अनन्त टुक्राहरू हुनेछन् र विशाल हिमालय पहाडमा पनि अनन्त टुक्राहरू हुनेछन्।

यदि दुवैमा अनन्त (Infinite) नै टुक्रा छन् भने, गणितीय रूपमा सानो ढुङ्गा र विशाल हिमालयको आकार बराबर हुनुपर्ने विरोधाभास (**Paradox**) आउँछ। तर व्यावहारिक रूपमा हिमालय विशाल छ र ढुङ्गा सानो छ। यसले के प्रमाणित गर्छ भने, ढुङ्गा र हिमालय दुवैमा टुक्राहरूको संख्या अनन्त नभई **निश्चित र सीमित** हुन्छ। त्यसैले, पदार्थको अन्तिम रूप सधैँ एउटा अविभाज्य सूक्ष्म कण (Quantum particle) मा नै टुङ्गिन्छ।

५. चेतना, आत्मज्ञान र भौतिकवादको सेतु (Bridge of Consciousness & Matter)

वैशेषिक दर्शन केवल सुख्खा भौतिकवाद (Materialism) मात्र होइन। यसले भौतिक जगत र आध्यात्मिकतालाई सहअस्तित्वमा राख्ने सेतुको काम गर्छ:

- **भौतिक निर्माण:** एकातर्फ सूक्ष्मतम क्वान्टम कणहरूको संयोजनबाट सारा दृश्य भौतिक ब्रह्माण्डको निर्माण सम्भव हुन्छ।
- **आध्यात्मिक परिपूर्णता:** अर्कोतर्फ, तिनै कणहरूको गुण, चरित्र र संलयन तथा विखण्डन प्रणालीले प्रकृतिको नियम (Cosmic Order) तय गर्छ। वैदिक अवधारणामा **महत तत्व** (**Mahatattva**) भनेको ब्रह्माण्डीय बौद्धिकता वा समग्र चेतनाको प्राकृतिक भण्डार हो, जसले सृष्टिको आधार तय गर्छ।
- **भाव र चेतना:** भाव (Feelings) व्यक्तिका व्यक्तिगत अनुभव हुन्। चेतना (**Consciousness/चित्त**) मानसिक अवस्था हो जसमा व्यक्ति आन्तरिक अनुभवप्रति सचेत रहन्छ। तर, आत्म-चेतना (**Awareness of the Self / आत्मज्ञान**) व्यक्तिगत भावनाभन्दा माथि उठेर ब्रह्माण्डीय सत्य र आत्माको स्वरूप बुझ्ने अवस्था हो।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी (Evidence Check)

> 🔍 **दार्शनिक अणुवाद र आधुनिक भौतिकीको सीमारेखा:** महर्षि कणादको परमाणुवाद प्रकृतिको सूक्ष्म संरचना बुझ्ने संसारकै सबैभन्दा प्राचीन र व्यवस्थित **'दार्शनिक अणुविज्ञान'** (Philosophical Atomism) हो, जसका धेरै पक्षहरू (जस्तै: गति, गुरुत्व, अविभाज्य कणको अवधारणा) आजको क्वान्टम भौतिकीसँग अद्भुत रूपमा मिल्छन्।
>
> तर, यहाँनेर हामीले के ध्यान दिनुपर्छ भने, आधुनिक आणविक ऊर्जामा पढिने नाभिकीय विखण्डन (**Nuclear Fission**) वा संलयन (**Nuclear Fusion**) को गणितीय र प्रयोगात्मक भौतिकी पूर्ण रूपमा आधुनिक विज्ञानको प्रयोगशालाको उपलब्धि हो। प्राचीन दार्शनिक अन्तर्दृष्टिले हामीलाई '**अवधारणागत प्रेरणा**' दिन्छ भने आधुनिक विज्ञानले '**गणितीय र व्यावहारिक प्रमाण**' दिन्छ। दुवैलाई नमिसाई तिनको छुट्टाछुट्टै ऐतिहासिक मूल्य बुझ्नु नै वैज्ञानिक सोच हो।

२. ६ वैकल्पिक स्रोत र गोबर-ऊर्जा *Alternative Sources & Bio-energy*

आधुनिक विज्ञानले जीवाश्म इन्धनको विकल्पका रूपमा पर्यावरणमैत्री जैविक ऊर्जा (Bio-energy) र बायोग्याँसको प्रयोगमा जोड दिन्छ। ऐतिहासिक रूपमा हेर्दा, वैदिक कृषि, वृक्ष आयुर्वेद र प्राचीन नेपाली गृहजीवन धेरै हदसम्म प्राकृतिक सन्तुलन र पर्यावरणमैत्री चक्रमा आधारित थियो। हाम्रो परम्परामा गाईको गोबर (गोमय) लाई इन्धन र खेतबारीका लागि उत्कृष्ट जैविक मलका रूपमा प्रयोग गर्ने प्रणाली निकै प्राचीन हो।

ऋग्वेदमा गाई, गोरु र पशुधन (गोधन) लाई केवल पशु मात्र नमानी गृहजीवनको पोषण र समृद्धिको मूल स्रोत मानिएको छ:

> ***गोभिरश्वैर्वसुभिर्यज्ञो अस्मद्***
> ***रायो पोषाय यजमानस्य सन्तु ॥***
>
> **— ऋग्वेद १०.६२.२ (गोधन-समृद्धिको भाव)**

सरल अर्थ र वैज्ञानिक व्याख्या: गाई, घोडा र प्राकृतिक सम्पदाहरूद्वारा, यस प्रकृतिको सञ्चालन (यज्ञ) मा सहभागी हुने यजमान वा मानवको पोषण र समृद्धि प्राप्त होस्।

विषयगत मेल (Conceptual Harmony): गोबरलाई इन्धन र प्राङ्गारिक मलका रूपमा प्रयोग गर्ने हाम्रो रैथाने सीप साँच्चै नै प्राचीन र वैज्ञानिक छ। गाईवस्तुको मलमूत्रलाई ऊर्जा र माटोको उर्वरा शक्ति बढाउन प्रयोग गर्ने यो परम्परा नै आजको आधुनिक बायोग्याँस प्रविधिको व्यावहारिक पूर्वरूप हो।

प्रमाण-आधारित वैज्ञानिक विश्लेषण (Evidence-based Analysis)

यहाँनेर हामीले प्राचीन परम्परागत अभ्यास र आधुनिक रासायनिक प्रविधिबीचको प्राविधिक भिन्नतालाई स्पष्ट रूपमा बुझ्न आवश्यक छ:

- **परम्परागत गुइँठा (Dung-cake):** प्राचीन कालमा गोबरलाई सुकाएर गुइँठा वा चक्का बनाई सिधै आगोमा बाल्ने गरिन्थ्यो। यो दहन (**Combustion**) प्रक्रिया हो, जसमा अत्यधिक धुवाँ निस्कन्छ र ऊर्जाको ठूलो हिस्सा तापका रूपमा खेर जान्छ।
- **आधुनिक बायोग्याँस प्रविधि (Modern Biogas Technology):** आधुनिक बायोग्याँस भनेको गोबर वा जैविक फोहोरलाई बन्द ट्याङ्कीभित्र अक्सिजनविहीन अवस्था (**Anaerobic Digestion**) मा राखेर जीवाणुहरूद्वारा कुहाउने विशिष्ट रासायनिक प्रक्रिया हो। यस प्रक्रियाबाट मिथेन ग्याँस (CH_4) उत्पादन हुन्छ, जुन विनाधुवाँ नीलो ज्वालाका साथ बल्दछ।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway):

भाव प्राचीन, प्रविधि आधुनिक: गोबर र जैविक फोहोरलाई फाल्ने चिज वा फोहोर नमानी त्यसबाट ऊर्जा (इन्धन) र पोषण (मल) निकाल्नुपर्छ भन्ने **मूल दार्शनिक भाव र परम्परा प्राचीन हो**। तर, त्यसलाई वैज्ञानिक रूपमा प्रशोधन गरी ट्याङ्कीभित्र अक्सिजन विना कुहाएर मिथेन ग्याँस निकाल्ने **प्रविधि भने पूर्ण रूपमा आधुनिक विज्ञानको देन हो**। यी दुवैको सन्तुलित बुझाइले नै हामीलाई प्रकृतिको सम्मान गर्दै आधुनिक प्रविधि अपनाउन सिकाउँछ।

२.७ ऊर्जा संरक्षण र वातावरणीय चेतना *Energy Conservation & Ecological Ethic*

हामीले आधुनिक विज्ञानमा पढ्यौँ कि पृथ्वीका सीमित ऊर्जा स्रोतहरूलाई जोगाउन, वातावरणीय प्रदूषण कम गर्न र जलवायु परिवर्तनको जोखिम न्यूनीकरण गर्नका लागि **ऊर्जा संरक्षण** अत्यन्तै अनिवार्य छ। हजारौँ वर्ष अगाडि रचना गरिएको अथर्ववेदको '**भूमिसूक्त**' ले मानव र प्रकृतिबीचको सम्बन्धलाई केवल उपभोक्ता र वस्तुको रूपमा मात्र हेर्नु हुँदैन भनी सिकाउँछ। यसले मानिसलाई प्रकृतिको सन्तान र संरक्षक बन्ने अनुपम नैतिक मार्गनिर्देश गर्दछ:

> ***माता भूमिः पुत्रो अहं पृथिव्याः ॥***
>
> **— अथर्ववेद १२.१.१२ (भूमिसूक्त)**

सरल अर्थ र वैज्ञानिक व्याख्या: यो पृथ्वी मेरी आमा हुन्। म यस पृथ्वीको पुत्रो (सन्तान) हूँ।

विषयगत मेल (Conceptual Harmony): जब हामी प्रकृतिलाई केवल उपभोग गर्ने वस्तु वा साधन मात्र नमानी आफ्नो आमाको दर्जा दिन्छौँ, तब हामीभित्र प्रकृतिको 'शोषण वा दोहन' (Exploitation) गर्ने विचार आउँदैन। बरु, हामी स्रोतहरूको **'दोहन र पोषण' बीच एउटा सुन्दर सन्तुलन** (**Ecological Balance**) खोज्न थाल्छौँ।

आधुनिक जीवनमा यस चेतनाको अनुप्रयोग (Application in Modern Life)

विद्यार्थीहरूले के बुझ्नुपर्छ भने, प्राचीन कालको यही नैतिक चेतना नै आजको आधुनिक ऊर्जा संरक्षणको मूल मर्म र जग हो:

- **सजगताको आधुनिक रूप:** आवश्यकता नभएको बेलामा कोठाको बत्ती वा पंखा तुरुन्तै बन्द गर्ने (Switch off), पानीको अपव्यय नगर्ने, र इन्धन (पेट्रोल, डिजेल) जोगाउने आजको हाम्रो सजगता वास्तवमा पृथ्वीरूपी आमाप्रतिको त्यही प्राचीन सम्मानको आधुनिक रूप हो।

- **उपभोक्तावादबाट संरक्षणवादतर्फ (Consumerism to Stewardship):** आधुनिक विज्ञानले हामीलाई प्राविधिक रूपमा ऊर्जा जोगाउन सिकाउँछ (जस्तै: LED बत्तीको प्रयोग)। तर, वेदको यो मन्त्रले हामीलाई आन्तरिक रूपमै ऊर्जा जोगाउने नैतिक प्रेरणा (Ethic) दिन्छ।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway):

ऊर्जा संरक्षण एउटा कर्तव्य: जब तपाईं आफ्नो घर वा विद्यालयमा अनावश्यक रूपमा बलिरहेको बत्ती निभाउनुहुन्छ, तपाईंले केवल महसुल (पैसा) मात्र जोगाउनुहुन्न, बरु अप्रत्यक्ष रूपमा वायुमण्डलमा कार्बनको उत्सर्जन घटाई आफ्नो धर्ती आमाको रक्षा गरिरहनुभएको हुन्छ। विज्ञानको प्रविधि र वेदको यो नैतिक चेतना मिलेर नै हामी एउटा दिगो र सुन्दर भविष्य निर्माण गर्न सक्छौँ।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

साँचो समानता र व्याख्यात्मक प्रेरणाबीचको इमानदार भिन्नता *Genuine parallels vs. interpretive inspiration*

हामीले यस अध्यायमा आधुनिक भौतिक विज्ञानका नियम र प्राचीन वैदिक वाङ्मयका सुविधाहरूलाई समानान्तर रूपमा अध्ययन गर्‍यौँ। अब यी दुई दृष्टिकोणबीचको सम्बन्धलाई इमानदार, वस्तुनिष्ठ र प्रमाणका आधारमा वर्गीकरण गरौँ, जुन वैज्ञानिक सोचको मुख्य जग हो:

✓ जे साँचो र बलियो छ (प्रमाणित र उद्धरणयोग्य तथ्य):
वेद, उपनिषद् र प्राचीन दर्शनमा निम्न कुराहरू विचारधारा र नैतिक चेतनाका रूपमा स्पष्ट रूपमा विद्यमान छन्:

- **अविनाशिता र पूर्णताको भाव:** ब्रह्माण्डको कुल ऊर्जा वा पूर्णता सधैँ स्थिर रहन्छ भन्ने विचार (*ईशावास्योपनिषद्को "पूर्णमदः"*)।
- **सूर्यलाई परम स्रोत मान्ने दृष्टि:** पृथ्वीमा उपलब्ध सम्पूर्ण जीवन र गतिको मूल आधार सूर्य नै हो भन्ने प्रकृतिको ठ्याक्कै पहिचान (*ऋग्वेदको "सूर्य आत्मा जगतः"*)।
- **नैतिक-वातावरणीय चेतना:** पृथ्वीको गर्भमा रहेका अनवीकरणीय स्रोतहरूको जथाभाबी दोहन नगरी आमासरह आदर र पोषण गर्नुपर्छ भन्ने आधुनिक दिगो विकासको पूर्वरूप (*अथर्ववेदको "भूमिसूक्त"*)।
- **कणादको अणुवाद:** पदार्थको अन्तिम रूप एउटा अविभाज्य सूक्ष्म कण (कणादि/परमाणु) मा टुङ्गिन्छ र त्यसमा गति तथा संस्कार हुन्छ भन्ने व्यवस्थित दार्शनिक अणुविज्ञान।

यी हाम्रा पुर्खाहरूका असाधारण प्राचीन बौद्धिक, तार्किक र नैतिक उपलब्धिहरू हुन्। यसमा हामीले गर्व गर्ने पूर्ण ठाउँ छ।

△ जे व्याख्या वा प्रेरणा हो (भौतिक प्रमाण होइन):
यहाँनेर के स्पष्ट रूपमा बुझ्नुपर्छ भने, आधुनिक भौतिक विज्ञानमा पढिने निश्चित गणितीय वा रासायनिक सूत्रहरू प्राचीन श्लोकमा हुबहु थिएनन्:

- ऊर्जाको गणितीय परिभाषा र यसको एकाई जुल (*J*), ऊर्जा संरक्षणको आधुनिक भौतिक नियम, सूर्यभित्र हुने नाभिकीय संलयनको परमाणु समीकरण ($H \rightarrow He$), र अक्सिजनविहीन अवस्थामा जीवाणुले निकाल्ने मिथेन ग्याँस (CH_4) को रासायनिक प्रविधि आधुनिक विज्ञानका स्वतन्त्र र प्रयोगशाला-प्रमाणित खोज हुन्।

- **यी प्राचीन श्लोकहरू मूलतः** दार्शनिक, आध्यात्मिक र नैतिक अभिप्रायका लागि रचना गरिएका थिए। तिनमा आधुनिक नाभिकीय भौतिकी वा आधुनिक प्रविधिका प्राविधिक सूत्रहरू 'लुकेका थिए' भनी दाबी गर्नु केवल एउटा सुन्दर व्याख्या वा **प्रेरणा (Inspiration)** मात्र हो, त्यो **ऐतिहासिक प्रमाण (Proof)** होइन। प्राकृतिक स्रोतको महिमा गाउनु, प्रयोग गर्नु र त्यसको भौतिक विज्ञानलाई प्रयोगशालामा सूत्रबद्ध गर्नु फरक-फरक कुरा हुन्।

निष्कर्ष (Conclusion)

सबैभन्दा बलियो र अकाट्य दाबी यही हो **विज्ञान र वेद दुवै एउटै गहिरो प्रश्नसँग जुध्छन्:** ऊर्जा के हो, यो कहाँबाट प्रकट हुन्छ, र प्रकृतिको सीमाभित्र रहेर मानव जातिले कसरी दिगो र सन्तुलित जीवन जिउने। यो विषय (**Subject**) र नैतिक चेतना (**Ecological Ethic**) को एउटा साँचो अभिसरण (**Genuine Convergence**) हो। यसलाई 'वेदमा आधुनिक विज्ञानका सूत्रे थिए' भन्ने अतिशयोक्ति (Exaggeration) मा नबदलौँ, किनकि यो साँचो वैचारिक अभिसरण आफैँमा अत्यन्तै गौरवपूर्ण, वैज्ञानिक र भावी पुस्ताका लागि प्रेरणादायी छ।

चारवटा आधारभूत बलहरू (Four Fundamental Forces)

पादटिप्पणी: प्रकृतिका चार आधारभूत बलहरू र वैदिक दृष्टिकोण [Footnote: Four Fundamental Forces & Vedic Perspective]

आधुनिक भौतिकशास्त्र र क्वान्टम मेकानिक्स अनुसार यस ब्रह्माण्डमा जति पनि क्रियाकलाप वा ऊर्जाका रूपान्तरणहरू हुन्छन्, ती सबै केवल **चारवटा आधारभूत बलहरू** (**Four Fundamental Forces**) का कारण सञ्चालन भइरहेका छन्। प्राचीन वैदिक विज्ञान र विशेष गरी **महर्षि कणादको वैशेषिक दर्शन**ले यी भौतिक बलहरूलाई पदार्थको आन्तरिक गुण र ब्रह्माण्डीय नियमका रूपमा कसरी प्रस्तुत गरेको छ, तल संक्षिप्त व्याख्या गरिएको छ:

१. गुरुत्वाकर्षण बल (Gravitational Force)

- **आधुनिक विज्ञान:** यो ब्रह्माण्डका कुनै पनि द्रव्यमान (**Mass**) भएका दुई वस्तुहरूबीच लाग्ने आकर्षण बल हो। यसको क्षेत्र अनन्त हुन्छ तर यो चारवटा बलहरूमध्ये सबैभन्दा कमजोर बल हो। (यसैका कारण ग्रहहरू सूर्यको वरिपरि घुम्छन् र वस्तुहरू भुइँमा खस्छन्)।
- **वैदिक/दार्शनिक दृष्टिकोण:** वैशेषिक सूत्रमा ऋषि कणादले यसलाई **'गुरुत्व'** (Gravity) गुणका रूपमा स्पष्ट व्याख्या गरेका छन्। कणादको सूत्र भन्छ—*"संयोगविभागाभावात् गमनम्"* र प्रशस्तपादले थपेको १८औँ गुण **'गुरुत्वत्व'** ले वस्तुहरू सीधा तल खस्ने गति (**अपक्षेपण** - Motion along with gravity) लाई बुझाउँछ। वेदमा पृथ्वीको यही धारण गर्ने शक्तिलाई 'धर्त्री' वा 'गुरुत्वाकर्षण' को प्राचीनतम रूप मानिएको छ।

२. विद्युत-चुम्बकीय बल (Electromagnetic Force)

- **आधुनिक विज्ञान:** यो चार्जयुक्त कणहरू (**Charged Particles** - प्रोटोन र इलेक्ट्रोन) बीच लाग्ने बल हो। यो बल गुरुत्वाकर्षण भन्दा 10^{36} गुणा बलियो हुन्छ। यसले नै परमाणुको संरचना (इलेक्ट्रोनलाई नाभिकको वरिपरि बाँध्ने), रासायनिक प्रतिक्रिया, घर्षण (**Friction**), र प्रकाशको सञ्चार गराउँछ।
- **वैदिक/दार्शनिक दृष्टिकोण:** वैशेषिक दर्शनमा कणादि (सूक्ष्म कण) हरू दुई विपरीत गुणयुक्त हुन्छन् भनिएको छ, जसलाई **डायाड** (द्व्यणुक) निर्माणको आधार मानिन्छ। यसलाई **'तेज'** (अग्नि/विद्युत तत्व) र गुणहरू अन्तर्गत **'संयोग'** (Attraction/Conjunction) तथा **'विभाग'** (Repulsion/Disconjunction) को रूपमा व्याख्या गरिएको छ। ऋग्वेदमा अन्तरिक्षको

विद्युतीय अग्निलाई 'वैद्युत अग्नि' भनिएको छ, जसले कणहरूलाई जोड्ने र तन्काउने (*प्रसारण* र *आकुञ्चन*) काम गर्छ।

३. सबल आणविक बल (Strong Nuclear Force)

- **आधुनिक विज्ञान:** यो प्रकृतिमै सबैभन्दा बलियो बल हो। यसले परमाणुको नाभिक (**Nucleus**) भित्र रहेका समान चार्ज भएका प्रोटोनहरू र चार्जविहीन न्यूट्रोनहरूलाई एकापसमा बलियो गरी बाँधेर राख्छ। यसको दायरा अत्यन्तै कम (परमाणुको नाभिकभित्र मात्र) हुन्छ। यसै बलका कारण सूर्यमा नाभिकीय संलयन सम्भव भएको हो।
- **वैदिक/दार्शनिक दृष्टिकोण:** कणादको परमाणुवादमा यसलाई **'समवाय'** (Inherence/Inseparable connection) भनिएको छ। समवाय त्यो बलियो र अविभाज्य अन्तरसम्बन्ध हो जसले दुई वा तीनवटा कणादिलाई एकापसमा बाँधेर **द्व्यणुक** र **त्र्यणुक** (Triad) को ठोस रूप दिन्छ, जसलाई सामान्य अवस्थामा अलग गर्न सकिँदैन। कठोपनिषद्को *"अणोरणीयान् महतो महीयान्"* ले परमाणुको यसै सूक्ष्म केन्द्रभित्र बाँधिएर रहेको महा-शक्ति (ब्रह्माण्डीय बौद्धिकता वा महत तत्व) लाई सङ्केत गर्छ।

४. दुर्बल आणविक बल (Weak Nuclear Force)

- **आधुनिक विज्ञान:** यो बल परमाणुको नाभिकीय क्षयीकरण (**Radioactive Decay**) र नाभिकीय विखण्डन (**Nuclear Fission**) का लागि जिम्मेवार हुन्छ। यसले गर्दा एउटा सब-एटमिक कण (जस्तै न्यूट्रोन) अर्को कण (प्रतोन) मा बदलिन्छ।
- **वैदिक/दार्शनिक दृष्टिकोण:** वैशेषिक दर्शनको २४ गुण अन्तर्गत **'अधर्म्'** लाई ब्रह्माण्डीय क्षयीकरण वा **एन्ट्रोपी** (**Entropy**) को रूपमा व्याख्या गरिएको छ, जसले पदार्थको प्राकृतिक विघटनलाई जनाउँछ। कणादले यसलाई पदार्थको **'विशेष'** (Particularity) गुण र गुणहरू अन्तर्गत **'अपरत्व'** (Posteriority/Smallness) सँग जोडेका छन्, जहाँ कणहरूको गुण र स्वरूपमा आन्तरिक परिवर्तन (विखण्डन वा रूपान्तरण) आउँछ।

मूल सन्देश (Core Concept Summary):

आधुनिक विज्ञानका यी चार बलहरू (F_g, F_e, F_s, F_w) ले ब्रह्माण्डमा ऊर्जा र पदार्थलाई नियन्त्रण गर्छन्। हाम्रा ऋषिहरूले तिनलाई **द्रव्य, गुण, कर्म र समवाय**को तार्किक कडीमा बाँधेर बुझाएका थिए। बल र ऊर्जा कतै बाहिरबाट आउने जादु होइनन्, यी त परमाणु (कणादि) का अन्तर्निहित स्वभाव र प्रकृतिका नियम हुन्।

कणादको : गुरुत्वाकर्षणको नियम (Kanada's Principle of Gravity)

आधुनिक भौतिक विज्ञानमा सर आइज्याक न्यूटनले सन् १६८७ मा **गुरुत्वाकर्षणको विश्वव्यापी नियम** (**Universal Law of Gravitation**) प्रतिपादन गर्नुभन्दा धेरै शताब्दी अगाडि, ईसापूर्व दोस्रो शताब्दीतिरै ऋषि कणादले आफ्नो ग्रन्थ **'वैशेषिक सूत्र'** मा वस्तुहरू जमिनमा खस्ने प्रक्रिया (पतन) र त्यसको मूल कारण **'गुरुत्व'** (Gravity) का बारेमा अकाट्य तार्किक सूत्रहरू प्रस्तुत गर्नुभएको थियो। वैशेषिक सूत्र कुल १० अध्याय र ३७३ सूत्रहरूमा विभाजित छ।

यस ग्रन्थको पाँचौँ अध्यायमा गुरुत्व र गतिको सम्बन्धलाई यसरी व्याख्या गरिएको छ:

क) सामान्य वस्तुहरूको पतन सम्बन्धी सूत्र (Law of Falling Bodies)

।। संयोगाभावे गुरुत्वात् पतनम् ।।

— वैशेषिक सूत्र (५.१.७)

शब्दार्थ:

- **संयोगाभावे (In the absence of conjunction):** समातेर राख्ने वा रोक्ने अवरोधको अभाव हुँदा।
- **गुरुत्वात् (From gravity):** गुरुत्व गुण वा बलका कारण।
- **पतनम् (Falling):** वस्तु तल खस्ने कार्य हुन्छ।

सरल भावार्थ: कुनै पनि वस्तुलाई अड्याएर वा समातेर राख्ने बाह्य अवरोध (बाधा) हटेपछि, उक्त वस्तु **गुरुत्व बलको कारणले गर्दा स्वतः जमिनतिर खस्ने गर्दछ**।

वैज्ञानिक र व्यावहारिक व्याख्या:

यस सूत्रमा प्रयोग भएको 'संयोग' शब्दले भौतिक विज्ञानमा पढिने प्रतिरोधात्मक बल वा अवरोध (**Counteracting Forces / Resistance**) लाई बुझाउँछ।

- ***उदाहरण १:*** रुखमा झुण्डिएको स्याउ वा फलमा गुरुत्व बल त लागिरहेकै हुन्छ, तर डाँठको 'संयोग' (बाधा) ले गर्दा त्यो खस्दैन। जब डाँठ र फलबीचको संयोग टुट्छ (संयोगाभाव), तब गुरुत्वका कारण फल सीधा भुइँमा खस्छ (पतन)।
- ***उदाहरण २:*** चरा वा हवाइजहाज आकाशमा उड्ने क्रममा पखेटा वा इन्जिनले हावाको माथितिर चाप (Upthrust/Lift) पैदा गर्छन्, जसले गुरुत्व बलका लागि 'संयोग' (बाधा) को काम गर्छ र उडान सम्भव हुन्छ।

ख) प्राकृतिक वर्षा (जल चक्र) सम्बन्धी सूत्र (Gravity in Rain Formation)

महर्षि कणादले पृथ्वीका ठोस वस्तु मात्र नभई आकाशबाट खस्ने पानीका थोपाहरूमा पनि यही नियम लागू हुन्छ भनी स्पष्ट पार्नुभएको छ:

।। अपां संयोगाभावे गुरुत्वात् पतनम् ।।

— वैशेषिक सूत्र (५.२.३)

शब्दार्थ:

- **अपां (Of water):** पानी वा वर्षाको जल।
- **संयोगाभावे:** आकाशमा रोकेर राख्ने आधार वा अवरोधको अभाव हुँदा।
- **गुरुत्वात् पतनम्:** गुरुत्व बलका कारण सीधा तल खस्छ।

सरल भावार्थ: आकाशमा बादल वा बाफलाई स्थिर राख्ने वातावरणीय अवरोध समाप्त भएपछि, **गुरुत्व बलकै कारण पानी वर्षाका रूपमा भुइँमा खस्ने गर्दछ**। यसले प्राचीन कालमै जल चक्र (Water Cycle) मा गुरुत्वाकर्षणको भूमिकालाई ठ्याक्कै पहिचान गरेको देखिन्छ।

३. ऐतिहासिक परिप्रेक्ष्य र गणितीय सूत्रबद्धता
(Historical Perspective & Mathematical Formulation)

यहाँनेर वैज्ञानिक इतिहास बुझ्नका लागि प्राचीन दार्शनिक आधार र आधुनिक गणितीय फर्मुलाबीचको विकासक्रमलाई बुझ्न आवश्यक छ:

- **वैदिक गणितको जग:** ऋषि कणादको यो सिद्धान्त निकै प्राचीन पृष्ठभूमिमा थियो। पछि प्राचीन गणितज्ञहरू (जस्तै: आर्यभट्टले शून्यको अवधारणा र भास्कराचार्यले असंख्य वा इन्फिनिटीको गणितीय व्याख्या) ले अङ्क र सङ्ख्याको सिद्धान्तलाई चरम उचाइमा पुर्‍याए।

- **भास्कराचार्य र सिद्धान्त शिरोमणि (Bhaskaracharya's Concept of Attraction):**

सर आइज्याक न्यूटनले गुरुत्वाकर्षणको गणितीय नियम प्रतिपादन गर्नुभन्दा करिब ५०० वर्ष अगाडि, १२औँ शताब्दीका महान् गणितज्ञ तथा खगोलशास्त्री **भास्कराचार्य** (भास्कर द्वितीय) ले आफ्नो प्रसिद्ध ग्रन्थ **'सिद्धान्त शिरोमणि'** (गोलाध्याय खण्ड) मा पृथ्वीको आन्तरिक आकर्षण शक्तिको प्रष्ट व्याख्या गर्नुभएको थियो।

उहाँले लेख्नुभएको छ:

आकृष्टशक्तिश्च मही तया यत् खस्थं गुरुस्वाभिमुखं स्वशक्त्या।
आकृष्यते तत् पततीव भाति समे समन्तात् क्व पतत्वियं खे॥
— सिद्धान्त शिरोमणि (भुवनकोश, श्लोक ६)

सरल अर्थ र वैज्ञानिक भाव: पृथ्वीमा एउटा विशिष्ट आकर्षण शक्ति (**Inherent Attractive Force**) हुन्छ। यसै शक्तिका कारण पृथ्वीले आकाशमा रहेका भारी वस्तुहरूलाई आफ्नो केन्द्रतर्फ आकर्षित गर्दछ वा तान्दछ। बाह्य रूपमा हेर्दा ती वस्तुहरू पृथ्वीमा खसिरहेको जस्तो देखिन्छन्।

अवधारणागत ऐतिहासिक तथ्य: भास्कराचार्यको यो भनाइले ब्रह्माण्डमा वस्तुहरू स्वतः तल खस्ने होइनन्, बरु पृथ्वीको आफ्नै आकर्षण क्षमताका कारण तानिएका हुन् भन्ने कुरालाई अकाट्य रूपमा स्थापित गर्दछ।

- **न्यूटनको आधुनिक योगदान:** सर आइज्याक न्यूटनको समय (१७औँ शताब्दी) सम्म आइपुग्दा संसारमा गणित र प्रयोगशालाका यन्त्रहरू निकै आधुनिक भइसकेका थिए। न्यूटनले तिनै प्राचीन मान्यता र गणितीय आधारहरू (जस्तै शून्य र क्याल्कुलस) लाई संयोजन गरी गुरुत्वाकर्षणलाई निश्चित गणितीय सूत्रमा लिपिबद्ध गर्ने अवसर पाए:

$$F = G\frac{m_1 m_2}{d^2}$$

(जहाँ बल पिण्डको गुणनफलसँग प्रत्यक्ष र दूरीको वर्गसँग व्युत्क्रम अनुपातमा हुन्छ।)

आधुनिक स्वतन्त्र खोज: यो विशिष्ट समीकरणले गुरुत्वाकर्षण अचल सङ्ख्या ($G = 6.67 \times 10^{-11}$ N m^2/kg^2) को मान पत्ता लगाउन प्रयोगात्मक विधि (जस्तै: क्याभेडिसको प्रयोग) दियो। र गुरुत्वप्रवेगको निश्चित गणना ($g = 9.8$ m/s^2) पूर्ण रूपमा आधुनिक प्रयोगशालामा आधारित भौतिक विज्ञानको स्वतन्त्र खोज मार्फत सम्भव गरिदियो।

भास्कराचार्य वा प्राचीन ग्रन्थहरूले पृथ्वीमा आकर्षण बल हुन्छ र यसले वस्तुलाई केन्द्रतर्फ तान्छ भन्ने **अवधारणागत सत्य** त पत्ता लगाए, तर उनीहरूले यस बलको प्रवेग (**Acceleration due to gravity**) लाई आधुनिक अन्तर्राष्ट्रिय एकाईमा मापन गरेर $g = 9.8$ m/s^2 नै हुन्छ भनी गणितीय समीकरण दिएका थिएनन्। प्राचीन दार्शनिक अन्तर्दृष्टि (प्रेरणा) र आधुनिक विज्ञानको प्रयोगात्मक सत्य (प्रमाण) बीचको यो पूरकतालाई कुनै पनि अतिशयोक्ति विना इमानदारीपूर्वक बुझ्नु नै वास्तविक वैज्ञानिक सोच (Scientific Temperament) को मूल आधार हो।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी (Evidence Check)

🔍 **साँचो गौरव र आधुनिक विज्ञानको सीमारेखा:**
महर्षि कणादको वैशेषिक सूत्रले के प्रमाणित गर्छ भने, *"कुनै पनि अवरोध नहुँदा वस्तुहरू 'गुरुत्व' का कारण तल खस्छन्"* भन्ने भौतिक नियम संसारमा सबैभन्दा पहिले हाम्रै पुर्खाहरूले पत्ता लगाएका थिए। यो हाम्रो इतिहासको अकाट्य र गौरवपूर्ण तथ्य हो।

💡 **वैचारिक अभिसरण (Conceptual Convergence):** विज्ञान र वैदिक परम्पराबीचको यो सम्बन्ध मुख्यतया **'विषय र नैतिक चेतना' को साँचो अभिसरण हो**, यो प्राचीन श्लोकहरूमा आधुनिक गणितीय सूत्रहरूको हुबहु निरन्तरता होइन।

हाम्रा पुर्खाहरूले प्रकृतिको गहिरो र सूक्ष्म निरीक्षण गरेर प्रकृतिका अकाट्य नियमहरू (जस्तै: गुरुत्व, पतन र आकर्षण) को आधारभूत सिद्धान्त (**Core Concept**) लाई संसारमा सबैभन्दा पहिले पहिचान गरेका थिए। जसमा हामीले गर्व गर्नुपर्छ। आधुनिक विज्ञानले सोही अवधारणागत जगमा उन्नत गणित, क्याल्कुलस र प्रयोगशालाका सूक्ष्म यन्त्रहरू थपेर त्यसलाई विश्वव्यापी भौतिक सूत्र र निश्चित गणितीय मानहरूमा परिणत गर्‍यो।

तर, यहाँनेर के ध्यान दिनुपर्छ भने, कणादको यो व्याख्या **गुणात्मक र दार्शनिक सिद्धान्त (Qualitative Principle)** हो। यसलाई न्यूटनको जस्तो पिण्ड (m) र दूरी (d) को वर्गसँग नापेर गणितीय समीकरणमा ढाल्ने, र G (गुरुत्वाकर्षण अचल सङ्ख्या) पत्ता लगाउने कार्य **आधुनिक भौतिक विज्ञानको स्वतन्त्र उपलब्धि हो**। दुवैको यो भिन्नता र पूरकता बुझ्नु नै सन्तुलित वैज्ञानिक सोच (Scientific Temperament) हो।

खण्ड ३: विज्ञान र वेद — तुलनात्मक तालिका *(Science–Veda Matrix)*

तल आधुनिक अवधारणा र त्यसको समानान्तर वैदिक भाव एकै ठाउँमा राखिएको छ। दायाँको स्तम्भले **समानताको प्रकार** (प्रमाणित इतिहास वा विषयगत/दार्शनिक प्रतिध्वनि) स्पष्ट पार्छ:

आधुनिक अवधारणा	वैदिक सन्दर्भ	स्रोत (Source)	समानताको प्रकार
ऊर्जा संरक्षणको नियम	पूर्णताको भाव ('पूर्णस्य पूर्णमादाय...')	ईशावास्य / बृहदारण्यक	दार्शनिक प्रतिध्वनि
सूर्य = परम स्रोत	'सूर्य आत्मा जगतस्तस्थुषश्च'	ऋग्वेद १.११५.१	विषयगत समानता
अनवीकरणीय स्रोत जोगाउने	'मा ते मर्म विमृग्वरि...'	अथर्ववेद १२.१.३५	प्रमाणित नैतिक चेतना
ऊर्जा संरक्षण (नैतिकता)	'माता भूमिः पुत्रो अहम्...'	अथर्ववेद १२.१.१२	प्रमाणित नैतिक चेतना
पदार्थको सूक्ष्म कण	कणादको अणुवाद (परमाणु)	वैशेषिक दर्शन	दार्शनिक अणुविज्ञान
जैविक/बायोग्यास ऊर्जा	गोमय (गोबर) इन्धन/मल परम्परा	वैदिक कृषि परम्परा	प्रमाणित परम्परा (प्रविधि आधुनिक)

विद्यार्थीका लागि मूल पाठ *Core Takeaway*

आधुनिक भौतिकशास्त्रले ऊर्जा **कसरी** काम गर्छ र त्यसको गणितीय हिसाब (J, CH_4, U) **के** हो भन्ने सिकाउँछ। वैदिक दृष्टिले ती स्रोतसँग हाम्रो **आत्मीय र नैतिक सम्बन्ध** कस्तो हुनुपर्छ, प्रकृतिलाई हानि नपुऱ्याई दिगो जीवन कसरी जिउने भन्ने चेतना दिन्छ।

दुवै एउटै सत्यका दुई पक्ष हुन्: विज्ञानले नाप्छ, दर्शनले अर्थ दिन्छ। यिनको इमानदार समन्वय नै **पूर्ण शिक्षा** हो । जहाँ न विज्ञानलाई घटाइन्छ, न परम्परालाई अतिरञ्जित गरिन्छ।

सोच्नै पर्ने कुरा *Action Task*

भोलि कोठाबाट निस्कँदा बत्ती बन्द गर्दा सम्झनुहोस्। तपाईंले बिजुली मात्र होइन, 'माता भूमिः' को त्यही प्राचीन चेतनालाई पनि जीवित राख्दै हुनुहुन्छ। **आजैबाट आफ्नो घर र विद्यालयमा ऊर्जा संरक्षणको अभियन्ता बन्नुहोस्।**

३ विज्ञान र वेद — विश्लेषण (Science–Veda Analysis)

३.१ अग्नि र ज्योतिः ऊर्जाको प्राचीन प्रतीक (Agni & Jyoti: Ancient Symbols of Energy)

भौतिक विज्ञानले ताप (**Heat**), प्रकाश (**Light**) र दहन (**Combustion**) लाई ऊर्जाकै विशिष्ट अवस्था र रूपान्तरणका रूपमा व्याख्या गर्दछ। वैदिक चिन्तनमा ब्रह्माण्डमा व्याप्त सम्पूर्ण ताप, प्रकाश, र रासायनिक एवं भौतिक रूपान्तरणको मूल संवाहकका रूपमा **अग्नि (Agni)** लाई स्वीकार गरिएको छ।

- **रूपान्तरणको शक्ति (Power of Transformation):** विज्ञानमा जसरी जलविद्युत, सौर्य ऊर्जा, वा आणविक ऊर्जा एक रूपबाट अर्को रूपमा बदलिन्छन्, वैदिक विज्ञानमा त्यसलाई 'यज्ञ' अर्थात् प्रकृतिको रूपान्तरण चक्र भनिन्छ, जसको केन्द्रमा अग्नि (ऊर्जा) रहन्छ।
- **प्रकाश र ऊर्जामाथिको निर्भरता:** उपनिषद्को प्रसिद्ध उद्घोष **'तमसो मा ज्योतिर्गमय'** (अन्धकारबाट प्रकाशतर्फको यात्रा) ले मानव सभ्यताको एउटा शाश्वत सत्यलाई दर्शाउँछ—मानव जाति सधैँ अज्ञानता र अन्धकारबाट मुक्त हुन ज्ञान र भौतिक ऊर्जा (प्रकाश) को खोजीमा अनवरत लागिरहेको छ।
- **सूर्य र जीवनको सम्बन्ध:** सूर्य नै पृथ्वीको सम्पूर्ण प्रकाश, ताप र जीवनको परम स्रोत हो भन्ने आधुनिक वैज्ञानिक तथ्य र 'सूर्य नै ब्रह्माण्डको आत्मा हो' भन्ने प्राचीन दार्शनिक भावबीच एउटा अनुपम वैचारिक मिलन देखिन्छ।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

इमानदार र वस्तुनिष्ठ वैज्ञानिक दृष्टिकोण (**Scientific Temperament**) को लागि, प्रयोगात्मक विज्ञान र दार्शनिक संचेतनाबीचको भिन्नतालाई निम्न तालिका र बुँदाहरू मार्फत स्पष्ट पारिएको छ:

विधा (Category)	प्रमाणित विज्ञान (Proven Science)	दार्शनिक सन्दर्भ (Philosophical Context)
प्रकृति (Nature)	प्रयोगसिद्ध र गणितीय रूपमा मापनयोग्य।	वैचारिक, नैतिक र प्रतीकात्मक।

मुख्य उदाहरणहरू	सूर्यमा हुने नाभिकीय संलयन ($H \rightarrow He$), हरित बिरुवामा हुने प्रकाश-संश्लेषण, बायोग्याँसमा हुने मिथेन (CH_4) को रासायनिक प्रविधि, र ऊर्जा संरक्षणको नियम।	'अग्नि' को वन्दना र 'ज्योति' को महिमा गान।
सम्बन्ध र सीमारेखा	आधुनिक प्रयोगशाला र गणितीय गणनाको **स्वतन्त्र खोज र ऐतिहासिक उपलब्धि** हो।	प्रकृतिको नियम बुझ्ने प्राचीन **'अवधारणागत प्रेरणा' र उच्च वातावरणीय चेतना** हो।

साँचो अभिसरण (Genuine Convergence)

- **भ्रम र यथार्थको विश्लेषण:** वैदिक श्लोकहरूमा प्रयोग गरिएका अग्नि र ज्योतिका आँखाहरू मूलतः आध्यात्मिक, सांस्कृतिक र नैतिक प्रतीक हुन्। तिनमा आधुनिक नाभिकीय भौतिकीका प्राविधिक सूत्र वा रासायनिक समीकरणहरू लुकेका थिए भनी अतिशयोक्तिपूर्ण दाबी गर्नु वैज्ञानिक रूपमा सही होइन।
- **निष्कर्ष:** विज्ञान र वेद दुवै एउटै गहिरो ब्रह्माण्डीय प्रश्नसँग जुध्छन्। ऊर्जा के हो, यसले पदार्थलाई कसरी चलायमान बनाउँछ, र प्रकृतिको सीमाभित्र रहेर कसरी दिगो जीवन जिउने। यो विषय (**Subject**) र नैतिक चेतना (**Ecological Ethic**) को एउटा साँचो अभिसरण हो। यस साँचो अभिसरणलाई कुनै काल्पनिक दाबीमा नबदली यसको वास्तविक ऐतिहासिक र वैचारिक मूल्यलाई आत्मसात् गर्नु नै वास्तविक विज्ञान हो।

४ दैनिक जीवन र कक्षा-प्रयोग (Application)

कक्षा-प्रयोग: सानो सौर्य प्यानल र मोटरले घाममा राख्दा घुम्ने पंखा बनाउने, वा विद्यालयमा बायोग्यास प्लान्ट भ्रमण गराउने गतिविधिले नवीकरणीय ऊर्जाको महत्त्व प्रत्यक्ष देखाउँछ। नेपालको सन्दर्भमा जलविद्युत, सौर्य र बायोग्यासको सम्भावनाबारे छलफल गराउन सकिन्छ।

५ मुख्य शब्दावली (Key Terms)

नेपाली शब्द	English Term / अर्थ
नवीकरणीय ऊर्जा	Renewable energy
अनवीकरणीय ऊर्जा	Non-renewable energy
नाभिकीय विखण्डन	Nuclear fission
नाभिकीय संलयन	Nuclear fusion
बायोग्यास	Biogas (मुख्यतः मिथेन)
ऊर्जा संरक्षण	Energy conservation
जीवाश्म इन्धन	Fossil fuel

६ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन (Exercises & Assessment)

क) अवधारणागत प्रश्नहरू (Conceptual Questions)

१. नवीकरणीय र अनवीकरणीय ऊर्जाका स्रोतहरूबीच मुख्य तीनवटा भिन्नताहरू लेख्नुहोस् र प्रकृतिका आधारमा तिनका तीन-तीनवटा उदाहरण दिनुहोस्। अथर्ववेदको भूमिसूक्त (५.१.३५) ले अनवीकरणीय स्रोतको दोहनबारे के सचेत गराएको छ?

> ***सङ्केत:*** उत्तरमा आधुनिक विज्ञानको परिभाषा (पुनःपूर्ति हुने र नहुने) का साथै वेदले सीमित भूगर्भीय स्रोतलाई "मातृभूमिको मर्मस्थलमा चोट नपुऱ्याई" दिगो रूपमा उपभोग गर्न दिएको नैतिक सन्देश उल्लेख गर्नुहोस्।

२. सूर्यलाई 'ऊर्जाको परम स्रोत' (The Ultimate Source of Energy) किन भनिन्छ? वायु ऊर्जा र जलविद्युत ऊर्जा कसरी अप्रत्यक्ष सौर्य ऊर्जाका रूप हुन्? यस निष्कर्षलाई ऋग्वेदको "सूर्य आत्मा जगतस्तस्थुषश्च" मन्त्रसँग जोडेर स्पष्ट पार्नुहोस्।

> ***सङ्केत:*** सूर्यको तापले वायुमण्डल तातेर हावा चल्ने र जलचक्र सञ्चालन हुने प्रक्रिया (भौतिकी) र सूर्य नै सम्पूर्ण चराचर जगत्को प्राण हो भन्ने वैदिक भावबीचको विषयगत अभिसरण व्याख्या गर्नुहोस्।

३. नाभिकीय विखण्डन (Nuclear Fission) र नाभिकीय संलयन (Nuclear Fusion) प्रक्रियाबीचको भिन्नता स्पष्ट पार्नुहोस्। कठोपनिषद्को "अणोरणीयान् महतो महीयान्" मन्त्रले सूक्ष्म परमाणुभित्र महा-शक्ति लुकेको हुन्छ भन्ने भावलाई कसरी प्रतिध्वनित गर्दछ?

> ***सङ्केत:*** भारी नाभिक फुट्ने र हल्का नाभिक जोडिने भौतिक भिन्नता देखाउनुहोस्; र यो दार्शनिक श्लोक मूलतः आत्मिक चेतनाको भए पनि सूक्ष्म कणमा अपार शक्ति रहने कुरासँग कसरी वैचारिक रूपमा मिल्छ, स्पष्ट पार्नुहोस्।

४. प्रकृतिका चार आधारभूत बलहरू (Four Fundamental Forces) के-के हुन्? महर्षि कणादले वैशेषिक सूत्रमा उल्लेख गरेको 'गुरुत्व' र 'समवाय' ले क्रमशः कुन-कुन भौतिक बललाई सङ्केत गर्छन्, संक्षिप्तमा लेख्नुहोस्।

> ***सङ्केत:*** गुरुत्वाकर्षण, विद्युत-चुम्बकीय, सबल र दुर्बल आणविक बलको संक्षिप्त परिचय दिँदै कणादको पतन नियम र कणहरू बाँधिने अविभाज्य सम्बन्ध (समवाय) सँग यसको तुलना गर्नुहोस्।

ख) अनुप्रयोग तथा तार्किक प्रश्नहरू *(Application & Analytical Questions)*

५. बायोग्याँस (Biogas) कसरी उत्पादन गरिन्छ र यसका प्रमुख तीनवटा फाइदाहरू के-के हुन्? रैथाने 'गोमय' (गोबर) ऊर्जाको परम्परागत दहन (गुइँठा) र आधुनिक बायोग्याँसको अक्सिजनविहीन पाचन (Anaerobic Digestion) प्रविधिबीचको मुख्य फरक बुझाउनुहोस्।

> ***सङ्केत:*** खुला आगोमा गुइँठा बाल्दा निस्कने धुवाँ र बन्द ट्याङ्कीमा जीवाणुद्वारा उत्पादित मिथेन ग्याँस (CH_4) को सफा इन्धन तथा जैविक मल (Slurry) को प्राविधिक भिन्नता स्पष्ट पार्नुहोस्।

६. दैनिक जीवनमा 'ऊर्जा संरक्षण' (Energy Conservation) भन्नाले के बुझिन्छ? तपाईंको घर वा विद्यालयमा ऊर्जा जोगाउने पाँचवटा व्यावहारिक उपायहरू सुझाउनुहोस्। अथर्ववेदको "माता भूमिः पुत्रो अहं पृथिव्याः" चेतनाले ऊर्जा संरक्षणलाई कसरी नैतिक कर्तव्य बनाउँछ?

सङ्केत: बत्ती निभाउने, LED प्रयोग गर्ने जस्ता प्राविधिक उपाय लेख्नुहोस् र प्रकृतिलाई आमा मान्दा स्रोतको दोहन र पोषणको सन्तुलन कसरी सम्भव हुन्छ, दार्शनिक तर्क दिनुहोस्।

७. नेपालको भौगोलिक र प्राकृतिक परिवेशलाई मध्यनजर गर्दा यहाँका लागि कुन-कुन नवीकरणीय ऊर्जाका स्रोतहरू सबैभन्दा बढी उपयुक्त र दिगो देखिन्छन्? कारणसहित व्याख्या गर्नुहोस्।

सङ्केत: नेपालको प्रचुर जलस्रोत (जलविद्युत), सौर्य प्रकाशको उपलब्धता र ग्रामीण क्षेत्रमा बायोग्याँसको सम्भावनालाई आधुनिक ऊर्जा संकट निवारण र वातावरणीय फाइदाका आधारमा विश्लेषण गर्नुहोस्।

ग) प्रमाण-आधारित समालोचना *(Evidence-Based Critical Thinking)*

८. "गायत्री मन्त्रमा प्रयोग भएको 'ॐ' ध्वनि र 'धियो यो नः प्रचोदयात्' खण्डको गहिरो वैज्ञानिक र जैविक अर्थ छ।" यस कथनलाई पाठ्यपुस्तकमा दिइएको आकाशीय भौतिकी (Celestial Physics) र केन्द्रीय स्नायु प्रणाली (Central Nervous System) को आधारमा समीक्षा गर्नुहोस्।

९. विज्ञान र वेदबीचको तुलनात्मक अध्ययन गर्दा 'विषय र चेतनाको साँचो अभिसरण' (Genuine Convergence) र 'काल्पनिक अतिशयोक्ति' (Exaggeration) बीचको भिन्नता छुट्याउन किन आवश्यक छ? 'प्रमाण-आधारित टिप्पणी' को आधारमा आफ्नो वस्तुनिष्ठ विचार लेख्नुहोस्।

सङ्केत: प्रयोगात्मक विज्ञानका गणितीय सूत्रहरू प्रयोगशालाका स्वतन्त्र खोज हुन् र प्राचीन श्लोकहरू दार्शनिक/नैतिक प्रेरणा हुन् भन्ने यथार्थलाई स्वीकार गर्दै, कसरी दुवै विधा एउटै गहिरो ब्रह्माण्डीय सत्यको खोजीमा पूरक बन्न सक्छन् भन्ने निष्कर्ष दिनुहोस्।

७ परिशिष्ट खण्ड:

गायत्री मन्त्रको वैज्ञानिक कखरा *(Appendix: Scientific Decipherment of the Gayatri Mantra) (Exercises & Assessment)*

यो खण्डले वैदिक वाङ्मयको सर्वोच्च मन्त्र, गायत्री मन्त्रमा निहित प्राकृतिक नियम, खगोलीय भौतिकी, र स्नायु-जैविक (Neuro-biological) प्रणालीबीचको अकाट्य र साँचो अभिसरणलाई ऐतिहासिक तथा आधुनिक वैज्ञानिक प्रमाणका आधारमा प्रस्तुत गर्दछ।

शीर्षक १: आदिम ध्वनि 'ॐ' र आकाशीय भौतिकी (Celestial Sounds & Cosmic Kinetic Energy)

१.१ डार्क स्पेस र युनिभर्सल क्वान्टम फिल्ड: ब्रह्माण्ड भौतिक रूपमा प्रकट हुनुअघिको सुन्यता (Dark Space) र कम्पनको शिवशक्ति रूप (Universal Quantum Field) को रूपमा 'ॐ' ध्वनिको उत्पत्ति।

१.२ खगोलीय परिक्रमण र गतिज ऊर्जा (E_k): पृथ्वी (30 km/s) र आकाशगङ्गा (210 km/s) को तीव्र गतिको कारण अन्तरिक्षमा उत्पन्न हुने प्राकृतिक कम्पन र त्यसको ध्वनि संरचना।

१.३ 'प्रणव' र ब्रह्माण्डीय सन्तुलन: अनन्त गतिशील पिण्डहरू बीचको गति र पिण्डको सन्तुलन (जस्तै गतिशील साइकलको सन्तुलन) र यसलाई बुझाउने 'प्रणव' (वपु र प्राणको सन्तुलित घर) को अवधारणा।

१.४ ऋषि विश्वामित्रको ऐतिहासिक ध्वनि अनुसन्धान: गहिरो ध्यान (Meditation) का क्रममा विश्वामित्र र उनका सहकर्मीहरूले आकाशीय संगीत (Celestial Music) को रूपमा 'ॐ' लाई पहिचान र प्रमाणीकरण गरेको ऐतिहासिक प्रसङ्ग।

शीर्षक २: त्रिकरण शुद्धि र केन्द्रीय स्नायु प्रणाली (Central Nervous System & Tri-Purification)

२.१ गायत्री, सावित्री र सरस्वतीको जैविक रूप:

- ***गायत्री:*** केन्द्रीय मस्तिष्क प्रणाली (**Central Nervous System**) र मानव इन्द्रियहरूको सञ्चालक बल।
- ***सावित्री:*** जैविक प्राण र जीवन्त शक्ति (Biological Vitality)।
- ***सरस्वती:*** संज्ञानात्मक क्षमता र विद्याको शक्ति (Cognitive Power)।

२.२ त्रिकरण शुद्धि र सात्विक आचरण: विचार (मन/मस्तिष्क), वचन (वाणी), र कर्मको शुद्धीकरणले मानव जैविक प्रणालीमा ल्याउने सकारात्मक परिवर्तन।

२.३ तन्त्रयोग (Technology) र ध्यानयोगको भिन्नता: मन्त्र, जप र बाह्य वस्तुको सहारा लिइने 'तन्त्र' (प्राविधिक मोड) र शरीरभित्रै आन्तरिकीकरण गरिने 'ध्यान' (Internalized Yoga) बीचको वैज्ञानिक भिन्नता र यसको आवश्यकता।

शीर्षक ३: वैज्ञानिक अनुसन्धानको गणितीय पद्धति (The X-Factor Methodology in Veda)

३.१ अज्ञात शक्ति पत्ता लगाउने वैधानिक कडी: जसरी आधुनिक गणितमा अज्ञात चर 'X' र समीकरण ($X^2 + Y^2 = 4$) को प्रयोग गरिन्छ, त्यसरी नै ज्ञात सूचकहरू (ॐ ध्वनि, सूर्यको प्रकाश) लाई आधार मानी अज्ञात प्राकृतिक सत्यको खोजी गर्ने विश्वामित्रको वैज्ञानिक दृष्टिकोण।

३.२ 'भर्गो देवस्य धीमहि' र विद्युत-चुम्बकीय विकिरण: सूर्यको प्रकाशको चमक, चेतनाको ज्योति र इलेक्ट्रोम्याग्नेटिक विकिरण (Electromagnetic Radiation) माथि गरिने गहिरो अनुसन्धान र वैज्ञानिक ध्यान (Scientific Inquiry)।

शीर्षक ४: न्यूरोनल स्टिमुलेसन र विवेकको जागृति (Neurological Stimulation & Intellect)

४.१ 'धियो यो नः प्रचोदयात्' को जैविक मर्म: मानव मनको अस्थिरतालाई नियन्त्रण गर्न मस्तिष्कको तार्किक संकाय (Cognitive System) लाई सही वैज्ञानिक दिशामा निर्देशित र उत्प्रेरित (Stimulate) गर्ने जैविक प्रार्थना।

४.२ उपभोक्तावादबाट कृतज्ञता र संरक्षणतर्फ: मन्त्रको पहिलो नौ शब्दमा प्रकृतिको व्यवस्थापनको उच्च मूल्याङ्कन र अन्तिम खण्डमा प्रकृतिप्रति व्यक्त गरिएको हार्दिक कृतज्ञता (Ecological Gratitudes)।

प्राविधिक शब्दार्थ र तुलनात्मक तालिका (Technical Glossary & Reference Matrix)

विद्यार्थी तथा पाठकहरूले मन्त्रका शब्दहरूलाई आधुनिक विज्ञानका परिभाषिक शब्दहरूसँग सीधा तुलना गर्न सकून् भन्नका लागि इमानदार र वस्तुनिष्ठ वैज्ञानिक दृष्टिकोण (**Scientific Temperament**) को लागि, प्रयोगात्मक विज्ञान र दार्शनिक संचेतना निम्न तालिका र बुँदाहरू मार्फत स्पष्ट पारिएको छ:

मन्त्रको चरण/शब्द	आधुनिक वैज्ञानिक आयाम (Scientific Domain)	वास्तविक भौतिक / जैविक अर्थ (Technical Interpretation)
ॐ (Om)	क्वान्टम क्षेत्र / आकाशीय ध्वनि	ब्रह्माण्डीय पिण्डहरूको गतिज ऊर्जा (E_k) बाट उत्पन्न कम्पन।
भूर् भुवः स्वः	भू-मण्डल, सौर्यमण्डल र ग्यालेक्सी	भौतिक शरीर, ग्रहहरूको गति र अनन्त अन्तरिक्षको मापन (Cosmic Scale)।
तत्सवितुर्	आणविक भौतिकी (Nuclear Physics)	ऊर्जाको आदिम स्रोत सूर्य र यसभित्र हुने नाभिकीय संलयन (Thermonuclear Fusion)।
भर्गो देवस्य	विद्युत-चुम्बकीय विकिरण (EM Radiation)	प्रकृतिको सर्वोच्च चमक, प्रकाश र मस्तिष्कको चेतनाको किरण।
धीमहि	प्रयोगात्मक अनुसन्धान (Observation)	सत्य र प्रकृतिका नियमहरू बुझ्नका लागि गरिने गहिरो ध्यान र चिन्तन।
धियो नः प्रचोदयात्	न्यूरोलोजी (Neurological Stimulation)	हाम्रो स्नायु प्रणाली र बुद्धिलाई सही र तार्किक मार्गमा सक्रिय गराउने कार्य।

विशेष नोट (Note for implementation):
यो 'इन्ड नोट' को संरचनाले पुस्तकलाई केवल धार्मिक वा आध्यात्मिक विधामा मात्र सीमित राख्दैन, बरु यसलाई कक्षा ९ र १० को आधुनिक विज्ञान पाठ्यक्रमको **'ऊर्जाका स्रोतहरू'** अध्यायसँग जोड्ने एउटा बलियो शैक्षिक र वैज्ञानिक दस्तावेज (Academic Text) का रूपमा स्थापित गर्दछ।

माथि प्रस्तुत गरिएका वैज्ञानिक र दार्शनिक आधारहरूका आधारमा गायत्री मन्त्रको प्रत्येक चरणमा लुकेको वास्तविक **भौतिक, खगोलीय र जैविक-वैज्ञानिक (Scientific)** अर्थलाई बुँदागत रूपमा यसरी बुझ्न सकिन्छ:

१. ॐ भूर् भुवः स्वः (The Cosmic Field & Scale)
यो खण्डले ब्रह्माण्डको भौतिक आयाम, कम्पन र खगोलीय मापन (Cosmic Scale) लाई संकेत गर्दछ।

- **ॐ (Universal Quantum Field / Celestial Sound):** ब्रह्माण्ड भौतिक रूपमा अस्तित्वमा आउनुअघि रहेको अन्धकार (Dark Space) बाट सिर्जनाका क्रममा उत्पन्न पहिलो कम्पन वा ध्वनि नै 'ॐ' हो। आधुनिक खगोल विज्ञान अनुसार आकाशगङ्गा करिब 210 km/sर पृथ्वी 30 km/sको तीव्र गतिमा परिक्रमा गरिरहेका छन्। यस्ता विशाल पिण्डहरूको गति र कम्पनबाट उत्पन्न हुने **गतिज ऊर्जा (Kinetic Energy)** र स्थायी आकाशीय आवाज

(Celestial Sound) नै 'ॐ' (नाद-ब्रह्म) हो, जसले ब्रह्माण्डको ऊर्जा सन्तुलन (प्रणव) लाई कायम राख्छ।

- **भूर् (The Geosphere / Physical Body):** यसले हाम्रो भौतिक संसार, पृथ्वीको सतह र मानवको भौतिक शरीर (Biological Structure) लाई जनाउँछ।
- **भुवः (The Atmosphere / Solar System / Kinetic Energy):** यसले सौर्यमण्डल, गतिशील ग्रहहरू र जीवलाई जीवित राख्ने 'प्राण' अर्थात् जैविक-मानसिक ऊर्जालाई जनाउँछ।
- **स्वः (The Deep Space / Moving Galaxies):** यसले आकाशगङ्गा, ताराहरू र गुरुत्वाकर्षणद्वारा आफ्नो गतिमा बाँधिएर रहेका अनन्त ब्रह्माण्डीय पिण्डहरूलाई सङ्केत गर्छ।

२. तत्सवितुर्वरेण्यं (The Ultimate Energy Source)

यो खण्डले पृथ्वीमा उपलब्ध सम्पूर्ण ऊर्जाको आदिम र केन्द्रीय स्रोतको भौतिकीलाई बुझाउँछ।

- **तत् (That Reality):** त्यो ब्रह्माण्डीय वा प्राकृतिक नियम (Cosmic Law)।
- **सवितुर् (The Sun / Core Thermonuclear Engine):** सूर्य र ताराहरू, जो सम्पूर्ण जीवन र गतिको मूल आधार हुन्। आधुनिक भौतिकी अनुसार सूर्यको केन्द्रमा हुने **नाभिकीय संलयन (Nuclear Fusion)** नै पृथ्वीको जलचक्र, वायुमण्डल (वायु ऊर्जा) र प्रकाश-संश्लेषणको संवाहक हो।
- **वरेण्यं (Worth of Adoration / High Valuation):** आदर वा शिर झुकाउन योग्य। वैज्ञानिक रूपमा यसको अर्थ प्रकृति र सूर्यले पुर्‍याएको यो अपार योगदानको उच्च मूल्याङ्कन गर्दै कृतज्ञता (Ecological Gratitude) व्यक्त गर्नु हो।

३. भर्गो देवस्य धीमहि (The Field of Radiation & Consciousness)

यो खण्डले ऊर्जाको विकिरण (Radiation), प्रकाशको गुण र मानसिक संकायको अनुसन्धानसँग सम्बन्ध राख्छ।

- **भर्गो (Electromagnetic Radiation / Radiance):** दिव्य प्रकाश, चमक वा विद्युत-चुम्बकीय विकिरण (Electromagnetic Field)। यसले सूर्यबाट आउने प्रकाशको ज्योति र हाम्रो मस्तिष्कभित्र सञ्चार हुने चेतनाको किरण दुवैलाई बुझाउँछ।
- **देवस्य (The Divine / Laws of Nature):** प्रकृतिको त्यो सर्वोपरि व्यवस्थापन शक्ति जसले यी नियमहरूलाई स्वचालित रूपमा सञ्चालन गरिरहेछ।
- **धीमहि (Scientific Meditation / Deep Inquiry):** ध्यान वा गहिरो चिन्तन गर्नु। वैज्ञानिक अर्थमा यसको अर्थ 'अज्ञात प्राकृतिक सत्य' पत्ता लगाउनका लागि प्रकाश र चेतनाको स्वरूपमाथि आफ्नो ध्यान केन्द्रित गरी **अनुसन्धान (Research & Observation)** गर्नु हो।

४. धियो यो नः प्रचोदयात् (The Activation of Intellect)

यो खण्डले मानव मस्तिष्क र केन्द्रीय स्नायु प्रणाली (Central Nervous System) लाई सही दिशामा सक्रिय गराउने जैविक प्रार्थना हो।

- **धियो (Cognition / Intellect / Neurological Function): बुद्धि**, तार्किक क्षमता र मानसिक संकाय।
- **यो (Which / That Light of Knowledge):** जसले वा जुन प्रकाशले।
- **नः (Our Collective System):** हामी सबैको (सामूहिक चेतना)।
- **प्रचोदयात् (Direct / Stimulate / Guide):** सही मार्ग वा दिशामा उत्प्रेरित गरोस्। मानव मन अत्यन्त अस्थिर हुने भएकाले प्रकृतिको नियम बुझ्नका लागि बुद्धिको स्थिरता र सही दिशा आवश्यक पर्छ। यो खण्डले हाम्रो मस्तिष्कको न्यूरोनल प्रणाली (Central Nervous System) लाई प्रकृतिको नियम र सत्यको खोजी गर्नका लागि सही दिशामा निर्देशित (Stimulate) गरोस् भन्ने तार्किक आग्रह गर्दछ।

💡 **संक्षिप्त निष्कर्ष** (Core Scientific Meaning)
हामी ब्रह्माण्डको आदिम कम्पन (**ॐ**), पृथ्वी, सौर्यमण्डल र आकाशगङ्गा (**भूर् भुवः स्वः**) का नियमहरूलाई बुझ्दै, सम्पूर्ण ऊर्जाको मूल स्रोत सूर्य (**सवितुर्**) र प्रकृतिको यो सर्वोच्च चमक एवं चेतना (**भर्गो देवस्य**) माथि गहिरो अनुसन्धान र ध्यान (**धीमहि**) गर्दछौँ; ताकि सोही प्रकृतिले हाम्रो बुद्धिलाई र स्नायु प्रणालीलाई (**धियो नः**) सधैँ सही र वैज्ञानिक सत्यको मार्गमा उत्प्रेरित गरिरहोस् (**प्रचोदयात्**)।

गायत्री मन्त्र: वैदिक विज्ञानको भावार्थ: ***[Core Meaning of Gyatri Mantra]***
[गायत्री मन्त्रलाई किन हरेक नर / नारीले दैनिक जप्नु पर्ने मन्त्र भनिएको हो, त्यसको मूल कारणको उत्खनन।]

वैदिक विज्ञानको भावार्थ: अनन्त पिण्ड (mass) रूपी पृथ्वी (bhur-Earth), ग्रहहरू (bhuvah-Planets) र आकाश गंगाहरू (swah-Planets) नियमित ठूलो वेगमा (velocity) गतिशील रहेर ब्रह्माण्डको कुल ऊर्जा खपत सन्तुलन कायम गर्दै सन्तुलित ब्रह्माण्डको निर्माण गरेका छन्। उक्त क्रममा समग्र कम्पनद्वारा निर्मित ध्वनिको आवाज ॐ (OM) हो । ॐ लाई निराकार प्रकृति वा ईश्वरको संज्ञाका रूपमा समेत लिन सकिन्छ । उक्त प्रकृति वा ईश्वर (tat) आफैँ सूर्यको प्रकाशको ज्योतिको (savitur – चमक र चेतना) रूपमा प्रकट भएर हामीसामु प्रकट हुने गर्छ ।
उक्त सूर्यको प्रकाशका रूपमा हामीसामु प्रकट हुने प्रकृति वा ईश्वरीय रूप (devasya) आदरका साथ शिर झुकाएर हाम्रो सम्मान पाउन (varenyam) योग्य छ। तसर्थ हामी सबैले प्रकृति (ईश्वर–devesaya) बारेको खोज तथा पहिचान कार्य सिद्धिका लागि सूर्यको प्रकाशको चमक र चेतनाको ज्योतिमा (bhargo jyoti) आफ्नो ध्यान केन्द्रित गर्दै गहिरो ध्यानमा (dheemah) लिन हुन जरुरी छ। त्यसको लागि ॐ ध्वनिको उच्चारण गरी गरिने ॐ कारी जपले तपाइको ध्यान विषय वस्तुमा केन्द्रित गर्न र त्यस वाट जरुरतको सन्देश लिन ब्रह्माण्ड कम्पन लाई निर्मलीकरण (Constant) गर्न सहज गर्ने छ। त्यसो हुँदा ध्यान कार्य वाट आफ्नो मनलाई विचलित हुन् वाट रोकेर हामी सबैलाई ज्ञान मार्गमा prachodayat) केन्द्रित हुन् र त्यसैमा आफ्नो (nah) बुद्धिको (dhiyo) उपयोग गर्ने तागत प्रकृति (ईश्वर, yo) बाट प्राप्त हुनेछ।

मूल कारण: सारांशमा गायत्री मन्त्रमा नियमित गतिशीलता हुने विविध पक्षहरू रहेको सन्तुलित ब्रह्माण्डको प्राकृतिक कम्पनबाट उत्पन्न ध्वनि ॐ ध्वनि लाई ओम कार जप मार्फत आफ्नो शरीरको ध्वनी संग समन्वय गरी आपसी हार्मोनीको सन्तुलन निर्माण गर्न सकिने गोप्यता उजागर गरिएको छ। प्रकृतिमा सूर्यको अत्यन्त ठूलो प्रभाव रहेको गायत्री मन्त्रले भन्ने गर्दछ। जस अनुसार प्रकृतिमा निर्णायक भूमिका खेल्ने सूर्यको गुण बारे बुझ्न हामीलाई त्यसैको अंशको रूपमा प्रकाशको किरण उपलब्ध छ। त्यही प्रकाशको किरणमा आपसी कम्पनको हार्मोनिको अवस्थामा जब हामी हाम्रो ध्यान त्यसको गुण जान्नमा केन्द्रित गर्न सक्ने छौ तब हामीलाई सूर्यको निकै धेरै गुणहरू पहिचान गर्न सहज

हुने छ। यसरी पहिचान भएको गुणको आधारमा हामीले ब्रह्माण्डको समग्र गुणको पहिचान गर्न सक्ने छौ। जसले गर्दा हामीले हाम्रो अस्तित्वको लागि जिम्मेवार मूल प्राकृतिक ऊर्जाको पहिचान गर्न सक्ने छौ। जसले गर्दा हामीले आफूलाई पहिचान गर्न र आफ्नो जीवन अस्तित्वमा आउनुको उद्देश्य बारे ज्ञान प्राप्त हुने छ। यसरी प्रकृति वा ईश्वरको महत्त्वपूर्ण गोप्यताहरूको उजागर गर्न सक्दा हामीलाई हाम्रो चेतना मार्फत परा तथा अपरा प्रकृतिको सम्पूर्ण दिव्य ज्ञान प्राप्त गर्न मद्दत पुग्ने छ।

तसर्थ गायत्री मन्त्रले यस संसारको रहस्य खोजीको ध्यान प्रक्रियामा संलग्न हुन ॐ ध्वनिको जप उच्चारण गरी ध्यानको वातावरण निर्माण गर्न, आफ्नो मन लाई अन्यत्र विचलित हुन वाट रोक्न तथा आफ्नो बुद्धिमता र ध्यान कुशलता लाई समयोचित रूपमा पर्याप्त प्रकृति गुण र सिद्धान्त बुझ्न केन्द्रित गर्न र संसारको रहस्यको दिव्य ज्ञान प्राप्त गर्न एक व्यवहारिक उपाय वा मन्त्र सुझाएको छ।

सृष्टिको सिर्जना, संरक्षण र विनाशको समयमा समेत निराकार शक्ति प्रकृति अस्तित्वमा रहने गर्दछ। त्यही प्रकृतिमा रहेको पृथ्वी, पृथ्वी र अन्तरिक्षको बिचको आकाश तथा अन्तरिक्ष लोकमा हुने हरेक गतिविधिले हाम्रो जीवनमा प्रत्यक्ष प्रभाव छोड्ने गर्दछ। नियमित कम्पनमा रहेर निश्चित गतिको यात्रामा रहने सम्पूर्ण ब्रह्माण्ड सन्तुलित रहेर सञ्चालनमा रहन सूर्यको ठूलो भूमिका रहने गर्दछ। उक्त सूर्यको गुणको बारेमा जान्न सक्दा हामीले सम्पूर्ण ब्रह्माण्डको गुण पहिचान गरी आफूलाई समेत पहिचान गर्न सक्ने छौ। त्यसको बारे ज्ञान लिनको लागि हामी लाई सूर्यको गुणको सारको रूपमा त्यसको अत्यन्त मनमोहक दिव्य ज्योति उपलब्ध हुने गर्दछ।

सर्वशक्तिमान् सर्वोच्च शक्ति सूर्यको त्यही दिव्य चमकको गुणको पहिचान मार्फत हामीले सांसारिक यथार्थको नजिक पुग्न सकिने छ। त्यसैले हामीले आफ्नो आध्यात्मिक अर्ध चेतनशीलता तथा बौद्धिकता लाई प्रबुद्ध गरी आफ्नो मन लाई आफ्नो काबुमा लिई गहिरो ध्यान मार्फत संसारको अद्भुत रहस्य बारे जान्न नियमित ध्यानमा रहन जरुरी छ। उक्त कार्यको लागि नियमित ॐ कारी जप गर्ने गर्दा त्यसको कम्पन प्रकृतिको कम्पन संग हार्मोनिमा बसिदिने हुँदा हामीले आफ्नो ध्यानलाई पूर्ण रूपमा भर्गो ज्योतिको गुण पहिचानमा केन्द्रित गर्न सक्ने छौँ।

कक्षा ९ • अध्याय १०

तरंग

Waves

यस अध्यायमा ***In this chapter***

- अनुप्रस्थ (transverse) र अनुदैर्ध्य (longitudinal) तरंग छुट्याउने
- तरंगदैर्ध्य, आवृत्ति, आयाम र आवर्तकाल परिभाषित गर्ने
- तरंग समीकरण $v = f\lambda$ प्रयोग गर्ने
- विद्युत्-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम र यसका चिकित्सकीय प्रयोग (X-ray, CT) बुझ्ने

१ आधुनिक विज्ञानको व्याख्या (Modern Science)

भौतिक विज्ञानमा, **तरंग (Wave)** भनेको कुनै पनि माध्यममा उत्पन्न हुने यस्तो विक्षोभ (Disturbance) हो, जसले माध्यमका कणहरूलाई आफ्नो स्थानबाट स्थायी रूपमा विस्थापित (नसरी) नगरीकन ऊर्जालाई एक स्थानबाट अर्को स्थानसम्म स्थानान्तरण गर्दछ। तरंगको सबैभन्दा मुख्य विशेषता नै के हो भने तरंगले केवल ऊर्जा बोक्छ, **पदार्थ (माध्यमका कणहरू)** होइन।

तरंगका प्रकारहरू (Types of Waves)

माध्यमका कणहरू कम्पन हुने दिशा र तरंग सञ्चालन (प्रवाह) हुने दिशाबीचको सम्बन्धका आधारमा यान्त्रिक तरंगहरूलाई मुख्यतया दुई भागमा वर्गीकरण गरिन्छ:

१. अनुप्रस्थ तरंग (Transverse Wave)

जब माध्यमका कणहरू तरंग सञ्चालन हुने दिशासँग **लम्बवत् (Perpendicular,** 90° **को कोणमा)** कम्पन गर्दछन्, तब त्यस्तो तरंगलाई अनुप्रस्थ तरंग भनिन्छ। यो तरंग 'शिखर' (Crest) र 'गर्त' (Trough) का रूपमा अगाडि बढ्छ।

- **उदाहरणहरू:** पानीको सतहमा उत्पन्न हुने छाल, तन्काइएको डोरीमा उत्पन्न हुने तरंग, र प्रकाश तरंग (Light waves)।

२. अनुदैर्ध्य तरंग (Longitudinal Wave)

जब माध्यमका कणहरू तरंग सञ्चालन हुने दिशासँग **समानान्तर (Parallel,** 0° **वा** 180° **को कोणमा)** अघि-पछि गर्दै कम्पन गर्दछन्, तब त्यस्तो तरंगलाई अनुदैर्ध्य तरंग भनिन्छ। यस प्रकारको तरंग सञ्चालन हुँदा माध्यममा निरन्तर रूपमा **सङ्घनन (Compression)** र **विरलन (Rarefaction)** का क्षेत्रहरू बन्दछन्।

- **उदाहरणहरू:** हावामा सञ्चालन हुने ध्वनि तरंग (Sound wave) र स्प्रिङलाई तन्काएर छोड्दा उत्पन्न हुने तरंग।

सोच्नै पर्ने कुरा (Action Task):
जब तपाईं पोखरीको शान्त पानीमा एउटा ढुङ्गा फाल्नुहुन्छ, तब पानीमा छालहरू (तरंग) बनेर किनारतर्फ बढ्छन्। यदि तपाईंले पानीको सतहमा एउटा साना कागजको टुक्रा वा पात राख्नुभयो भने, त्यो पात छालसँगै किनारतिर बगेर जाँदैन, बरु आफ्नै ठाउँमा तल-माथि मात्र गरिरहन्छ। यसले के प्रमाणित गर्छ भने तरंगले पानी (पदार्थ) लाई सार्दैन, केवल ढुङ्गाको ऊर्जालाई मात्र किनारसम्म पुऱ्याउँछ।

तरंगका राशिहरू *(Wave quantities)*

तरंगको प्रकृति, यसको गति र ऊर्जाको मापन गर्नका लागि विभिन्न भौतिक राशिहरूको प्रयोग गरिन्छ। यी राशिहरू तरंगको गणितीय र प्रयोगात्मक अध्ययनका आधार हुन्:

१. तरंगदैर्ध्य (Wavelength λ): अनुप्रस्थ तरंगमा दुई क्रमागत शिखरहरू (Crest) वा दुई क्रमागत गर्तहरू (Trough) बीचको सीधा दूरी, अथवा अनुदैर्ध्य तरंगमा दुई क्रमागत सङ्घनन वा विरलनबीचको सीधा दूरीलाई तरंगदैर्ध्य भनिन्छ। यसलाई ग्रीक अक्षर ल्याम्ब्डा (λ) ले जनाइन्छ र यसको अन्तर्राष्ट्रिय (SI) एकाइ मिटर (m) हो।

२. आवृत्ति (Frequency f or ν): माध्यमको कुनै निश्चित बिन्दुबाट एक सेकेन्डमा पार हुने वा उत्पन्न हुने पूर्ण तरंग-चक्रको (Wave cycles) कुल सङ्ख्यालाई आवृत्ति भनिन्छ। यसलाई f सङ्केतले जनाइन्छ। यसको अन्तर्राष्ट्रिय (SI) एकाई हर्ज (Hz) वा प्रतिसेकेन्ड (s^{-1}) हो।

३. आयाम (Amplitude A): तरंग सञ्चालन हुँदा माध्यमका कणहरू आफ्नो सामान्य अवस्था वा साम्यावस्था (Mean position) बाट कति अधिकतम दूरीसम्म विस्थापित हुन्छन्, उक्त अधिकतम विस्थापनलाई नै आयाम भनिन्छ। आयाम तरंगले बोक्ने ऊर्जाको परिमाणसँग प्रत्यक्ष रूपमा सम्बन्धित हुन्छ । आयाम जति धेरै हुन्छ, तरंगको ऊर्जा र तीव्रता (Intensity) त्यति नै बढी हुन्छ। यसको एकाई पनि मिटर (m) नै हो।

४. आवर्तकाल (Time Period T): एउटा पूर्ण तरंग-चक्र (One complete wave cycle) निर्माण हुन वा कुनै निश्चित बिन्दु पार गर्न लाग्ने जम्मा समयलाई आवर्तकाल भनिन्छ। यसलाई T सङ्केतले जनाइन्छ र यसको एकाई सेकेन्ड (s) हो।

आवर्तकाल र आवृत्तिबीचको सम्बन्ध (Relationship between T and f)

आवर्तकाल र आवृत्ति एकअर्काका व्युत्क्रमानुपाती (Inversely proportional) हुन्छन्। अर्थात्, आवर्तकाल भनेको आवृत्तिको उल्टो मान हो:

$$T = \frac{1}{f}$$

अथवा,

$$f = \frac{1}{T}$$

सङ्क्षिप्त सिकाई (Quick Lesson): यदि कुनै रेडियो तरंगको आवृत्ति f धेरै उच्च छ भने, त्यसको तरंगदैर्ध्य λ र आवर्तकाल T निकै छोटो हुन्छ। यो सम्बन्धले नै हामीलाई प्रकृतिमा रहेका विभिन्न प्रकारका तरंगहरू (जस्तै: ध्वनि, प्रकाश र रेडियो छाल) को वर्गीकरण र पहिचान गर्न मद्दत गर्दछ।

तरंग समीकरण ***Wave equation***

*तरंगको गति वा वेग (v), आवृत्ति (f), र तरंगदैर्ध्य (λ) बीचको गणितीय सम्बन्धलाई जनाउने समीकरणलाई **तरंग समीकरण** भनिन्छ।*

समीकरणको प्रतिपादन (Derivation):

हामीलाई थाहा छ, गति वा वेगको सामान्य सूत्र:

$$\text{वेग } (v) = \frac{\text{पार गरेको दूरी } (d)}{\text{लागेको समय } (t)}$$

यदि कुनै तरंगले एक पूर्ण चक्र पूरा गर्दा तय गरेको दूरी त्यसको तरंगदैर्ध्य (λ) सँग बराबर हुन्छ र त्यसका लागि लाग्ने समय आवर्तकाल (T) हुन्छ भने:

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

हामीलाई यो पनि थाहा छ कि, आवर्तकाल र आवृत्तिबीचको सम्बन्ध $\frac{1}{T} = f$ हुन्छ। त्यसैले, माथिको समीकरणमा $\frac{1}{T}$ को ठाउँमा f राख्दा:

$$\text{वेग } (v) = \text{आवृत्ति } (f) \times \text{तरंगदैर्ध्य } (\lambda)$$

$$\boldsymbol{v = f \cdot \lambda}$$

वेग = आवृत्ति × तरंगदैर्ध्य → v = f λ

हल गरिएको उदाहरण — तरंग समीकरण *Worked Example*

प्रश्न: कुनै माध्यममा सञ्चालन भइरहेको एउटा ध्वनि तरंगको आवृत्ति 340 Hz र त्यसको तरंगदैर्ध्य 1 m छ भने, उक्त ध्वनि तरंगको वेग कति होला? गणना गर्नुहोस्।

हल(Solution):

यहाँ,

- ध्वनि तरंगको आवृत्ति (f) = 340 Hz
- तरंगदैर्ध्य (λ) = 1 m
- तरंगको वेग (v) = ?

तरंग समीकरण अनुसार,

$$v = f \cdot \lambda$$

समीकरणमा मान राख्दा,

$$v = 340 \times 1$$

$$v = 340 \text{ m/s}$$

उत्तर: उक्त ध्वनि तरंगको वेग 340 m/s हुन्छ (जुन सामान्य तापक्रममा हावामा ध्वनिको स्वाभाविक वेग हो)।

अभ्यास टिप (Exam Tip):
परीक्षामा यस सूत्रबाट हिसाब गर्दा सधैँ एकाईहरू (Units) लाई अन्तर्राष्ट्रिय प्रमाणिक एकाई (SI Unit) मा बदल्न नबिर्सनुहोस्। जस्तै: यदि तरंगदैर्ध्य सेन्टिमिटर (cm) मा दिइएको छ भने त्यसलाई पहिले मिटर (m) मा र आवृत्तिको मान किलोहर्ज (kHz) मा भए हर्ज (Hz) मा बदलेर मात्र सूत्र $v = f\lambda$ प्रयोग गर्नुपर्छ।

$v = f\lambda = 340 \times 1 =$ **340 m/s** (हावामा ध्वनिको सामान्य वेग)।

विद्युत्-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम *(Electromagnetic spectrum)*

विद्युत्-चुम्बकीय (EM) तरंगलाई माध्यम आवश्यक पर्दैन र निर्वातमा प्रकाशको गति ($c \approx 3\times10^8$ m/s) मा यात्रा गर्छन्। बढ्दो आवृत्ति (घट्दो तरंगदैर्ध्य) क्रममा: रेडियो तरंग → माइक्रोवेभ → इन्फ्रारेड → दृश्य प्रकाश → पराबैजनी (UV) → X-किरण → गामा किरण।

- **X-किरण इमेजिङ:** हाड र दाँतको तस्बिर लिन प्रयोग हुन्छ किनकि यसले नरम तन्तु भेदन गर्छ तर हाडले रोक्छ।
- **CT स्क्यान:** धेरै कोणबाट लिइएका X-किरण तस्बिरलाई कम्प्युटरले जोडेर शरीरको त्रिआयामिक चित्र बनाउँछ।

ध्वनिको परावर्तन (प्रतिध्वनि) *(Echo)*

ध्वनि कुनै ठूलो सतहमा ठोक्किएर फर्कँदा **प्रतिध्वनि (echo)** सुनिन्छ। मानिसको कानले छुट्टै सुन्न ध्वनि र यसको प्रतिध्वनिबीच कम्तीमा ०.१ सेकेन्डको अन्तराल चाहिन्छ, त्यसैले सतह कम्तीमा लगभग **१७ मिटर** टाढा हुनुपर्छ (दूरी = वेग × समय ÷ २ = ३४० × ०.१ ÷ २)।

तरंग र तरंग-ऊर्जा: वैदिक दृष्टि

Waves & Wave-Energy — The Vedic View

यस अध्यायमा *In this chapter*

- कम्पन (vibration) र नाद बारे वैदिक दृष्टि, र वाक्का चार स्तर (परा–वैखरी) बुझ्ने
- 'शब्द आकाशको गुण हो' र ध्वनिलाई माध्यम चाहिन्छ भन्ने अवधारणा जोड्ने
- ध्वनि-प्रसारणको प्राचीन वीचि-तरंग (लहर) प्रतिमान र आधुनिक तरंग-अवधारणा तुलना गर्ने
- प्रकाशलाई तरंगका रूपमा हेर्ने वैदिक भाव (सूर्यको तीव्र गति र किरण) जान्ने
- प्रमाणित समानता, पछिल्लो व्याख्या र आधुनिक खोजबीचको फरक इमानदारीपूर्वक छुट्याउने

खण्ड २: सम्बन्धित वैदिक/प्राचीन सन्दर्भ *(Vedic & Ancient Reference)*

२.१ नाद, प्रकाश र प्राचीन तरंग प्रतिमान (Sound, Light & Ancient Wave Models)

आधुनिक भौतिक विज्ञानले प्रकाश र ध्वनि दुवैलाई ऊर्जा सञ्चालन गर्ने **तरंग (Wave)** का रूपमा व्याख्या गर्दछ। यी दुवै तरंग-ऊर्जाका बारेमा वैदिक तथा प्राचीन दार्शनिक परम्परामा हजारौँ वर्ष अगाडि नै गहिरो, सूक्ष्म र तार्किक चिन्तन भएको पाइन्छ। प्राचीन ग्रन्थहरूमा ध्वनिलाई **'नाद'** वा **'शब्द'** र प्रकाशलाई सूर्यको तीव्र गतिको किरणका रूपमा अध्ययन गरिएको छ।

विशेष गरी, प्राचीन भौतिक विज्ञानको जग मानिने **न्याय र वैशेषिक दर्शन**ले ध्वनि एक ठाउँबाट अर्को ठाउँसम्म कसरी फैलिन्छ (Sound Propagation) भन्ने प्रक्रियालाई बुझाउन ठ्याक्कै आजको आधुनिक विज्ञानको **लहर वा तरंगको प्रतिमान (Wave Model)** अघि सारेको थियो:

> *वीचितरङ्गन्यायेन तदुत्पत्तिस्तु कीर्तिता ।*
>
> — भाषापरिच्छेद (शब्दनिरूपण)

तरङ्गन्याय (The Wave Analogy): प्राचीन दार्शनिकहरूले ध्वनिको सञ्चारलाई **'वीचितरङ्गन्याय'** अर्थात् पानीमा उत्पन्न हुने छाल वा तरंगको नियमसँग तुलना गरेका थिए। जसरी पोखरीको पानीमा एउटा छालले आफ्नो छेउमा अर्को र त्यसले अर्को छाल बनाउँदै ऊर्जालाई अगाडि बढाउँछ, त्यसरी नै ध्वनिले हावाका कणहरूमा लहर (तरंग) पैदा गर्दै हाम्रो कानसम्म यात्रा गर्छ भन्ने कुरा उनीहरूले ठ्याक्कै पहिल्याएका थिए।

विषय र प्रतिमानको समानता: यो प्राचीन अन्तर्दृष्टि र आधुनिक ध्वनि विज्ञान (Acoustics) बीचको समानता मुख्यतया **'विषय र प्रतिमान' (Conceptual Model)** को हो। यसले हाम्रा पुर्खाहरूको निरीक्षण र तार्किक क्षमता कति वैज्ञानिक थियो भन्ने प्रमाणित गर्छ।

🔍 प्रमाण-आधारित टिप्पणी (Evidence Check)

यहाँनेर इमानदार र वस्तुनिष्ठ वैज्ञानिक दृष्टिकोण (**Scientific Temperament**) को लागि, प्रयोगात्मक विज्ञान र दार्शनिक संचेतनाबीचको सीमारेखा बुझ्न आवश्यक हुन्छ।

- **✓ जे साँचो र बलियो छ (प्रमाणित तथ्य):**

न्याय-वैशेषिक दर्शनमा ध्वनि र प्रकाशलाई माध्यममा फैलिने 'लहर' वा 'तरंग' को रूपमा व्याख्या गरिनु संसारकै सबैभन्दा प्राचीन र व्यवस्थित दार्शनिक भौतिकी (Philosophical Physics) हो। पानीको छालको उदाहरण दिएर ध्वनिको सञ्चार बुझाउनु पूर्ण रूपमा वैज्ञानिक छ र यसमा गर्व गर्ने ऐतिहासिक ठाउँ छ।

- **△ जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (प्रमाण होइन):**

यहाँनेर के स्पष्ट रूपमा बुझ्नुपर्छ भने, आधुनिक भौतिक विज्ञानमा पढिने निश्चित गणितीय तरंग समीकरण ($v = f\lambda$), विद्युत्-चुम्बकीय स्पेक्ट्रमको आवृत्ति मापन, वा सीटी स्क्यान जस्ता त्रिआयामिक प्रविधिहरू आधुनिक विज्ञानका प्रयोगशाला-आधारित स्वतन्त्र खोज हुन्। प्राचीन श्लोकहरूमा यी गणितीय सूत्रहरू हुबहु थिए भनी दाबी गर्नु केवल प्रेरणा हो, प्रत्यक्ष ऐतिहासिक प्रमाण होइन।

निष्कर्ष (Core Takeaway):
विज्ञान र वैदिक दर्शन दुवै एउटै गहिरो प्राकृतिक सत्यलाई बुझ्ने प्रयास गर्छन्: *ऊर्जा कसरी यात्रा गर्छ र यसले माध्यमलाई कसरी प्रभावित पार्छ।* प्राचीन चिन्तनले हामीलाई '**अवधारणागत जग र प्रेरणा**' दिन्छ भने आधुनिक विज्ञानले त्यसलाई '**गणितीय र प्रयोगात्मक प्रमाण**' प्रदान गर्दछ। दुवैको यो सन्तुलित बुझाइ नै वास्तविक वैज्ञानिक सोच हो।

विज्ञानले प्रकाश र ध्वनि दुवैलाई **तरंग (wave)** का रूपमा बुझ्छ। यी दुवै तरंग-ऊर्जाबारे वैदिक तथा दार्शनिक परम्परामा हजारौँ वर्षअघि नै गहिरो चिन्तन भएको थियो: ध्वनिलाई **नाद/शब्द** र प्रकाशलाई **सूर्यको तीव्र किरण**का रूपमा। विशेष गरी **न्याय-वैशेषिक** दर्शनले ध्वनि-प्रसारणलाई **लहर (तरंग) को प्रतिमानमा** व्याख्या गरेको थियो। समानता 'विषय र प्रतिमान' को हो। गणितीय सूत्रको प्रत्यक्ष प्रमाण होइन । हेर्नुहोस् तलको प्रमाण-आधारित टिप्पणी।

२.१ कम्पन र नाद : तरंगको मूल भाव *Vibration & Nāda: The Essence of Waves*

आधुनिक भौतिक विज्ञान अनुसार कुनै पनि यान्त्रिक वा ध्वनि तरंग उत्पन्न हुनका लागि माध्यमका कणहरूमा **कम्पन (Vibration)** हुनु अनिवार्य छ। कम्पन नै तरंग र ऊर्जा सञ्चालनको मूल जननी हो। यही प्राकृतिक सत्यलाई हजारौँ वर्ष अगाडि वैदिक तथा उपनिषदिक परम्पराले स्विकार्दै सम्पूर्ण सृष्टिको फेदमा एउटा आदि-कम्पन वा '**नाद**' रहेको घोषणा गरेको थियो, जसको सर्वोच्च प्रतीक '**ॐ**' **(प्रणव)** लाई मानिन्छ।

> ***ॐ इत्येतदक्षरमिदं सर्वं***
> ***तस्योपव्याख्यानं भूतं भवद् भविष्यदिति***
> ***सर्वमोंकार एव ॥***
>
> **— माण्डूक्य उपनिषद् १**

सरल अर्थ र वैज्ञानिक व्याख्या: यो दृश्य र अदृश्य सम्पूर्ण जगत् ओंकारमय छ। भूत, वर्तमान र भविष्य समयका तीनै कालखण्डमा जे-जति अस्तित्वमा छन्, ती सबै त्यही आदि-कम्पनका रूप हुन्।

विषयगत मेल (Conceptual Harmony): यो गहिरो आध्यात्मिक-दार्शनिक उद्घोषको मूल मर्म हो "*सृष्टिको मूल आधार नै कम्पन र नाद हो।*" जब आधुनिक विज्ञानले भन्छ कि ठोस, तरल वा ग्याँस जे भए पनि परमाणु र कणहरूको तहमा सधैँ कम्पन (Vibrational Energy) भइरहन्छ, तब यो प्राचीन दार्शनिक भाव र आधुनिक पदार्थ विज्ञानबीच एउटा सुन्दर वैचारिक प्रतिध्वनि भेटिन्छ।

भौतिक र जैविक-वैज्ञानिक विश्लेषण (Physical & Biological Analysis)

यहाँनेर दार्शनिक प्रतीक र प्रयोगशालाको भौतिकीबीचको यथार्थ कडीलाई यसरी बुझ्न सकिन्छ।

ध्वनि तरंगको रूपमा ॐ: जब हामी 'ॐ' (अ-उ-म) को उच्चारण गर्छौँ, तब हाम्रो स्वरयन्त्र (Vocal Cords) मा कम्पन उत्पन्न हुन्छ। यो कम्पनले हावाका कणहरूलाई अघि-पछि धकेल्दै

सङ्घनन (Compression) र **विरलन (Rarefaction)** को शृङ्खला बनाउँछ। अर्थात्, यो वास्तवमै भौतिक विज्ञानमा पढिने **अनुदैर्ध्य ध्वनि तरंग (Longitudinal Sound Wave)** हो।

तरंगका राशिहरूको उपस्थिति: भौतिक तरंग भएकाले यसको निश्चित **आवृत्ति (Frequency)** र **तरंगदैर्ध्य (Wavelength)** हुन्छ। उच्चारणको गहिराइसँगै यसको आयाम (**Amplitude**) बदलिन्छ, जसले तरंगको ऊर्जालाई प्रत्यक्ष प्रभाव पार्छ। यसरी प्राचीन कालको दार्शनिक 'नाद' र आधुनिक भौतिकीको 'ध्वनि तरंग' मानव जीवनको एउटै व्यावहारिक अनुभवमा एकापसमा भेटिन्छन्।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway):

विज्ञानले प्रयोगशालामा तरंग मापन गर्नुभन्दा पहिले नै हाम्रा पुर्खाहरूले "संसार स्थिर छैन, यसको भित्री तहमा कम्पन र गति लुकेको छ" भन्ने कडीलाई ठ्याक्कै पहिचान गरिसकेका थिए। ॐ को उच्चारण गर्दा महसुस हुने शारीरिक कम्पन र भौतिक विज्ञानले व्याख्या गर्ने ध्वनि तरंगको सञ्चार प्रकृया एउटै प्राकृतिक नियमका दुई पाटा हुन्।

२.२ वाक् र नादका चार स्तर *Vāk & the four levels of sound*

भौतिक विज्ञानले ध्वनिलाई माध्यम (जस्तै: हावा) को आवश्यकता पर्ने र तरंगका रूपमा प्रवाहित हुने ऊर्जाका रूपमा व्याख्या गर्दछ। वैदिक चिन्तनमा ध्वनिलाई केवल कानले सुन्ने माध्यम मात्र नमानी सम्पूर्ण ब्रह्माण्डलाई गति दिने र जीवन्त बनाउने एक महान् सिर्जनात्मक ऊर्जाका रूपमा हेरिएको छ, जसलाई 'वाक्' (वाणी वा ध्वनि ऊर्जा) भनिन्छ। ऋग्वेदको प्रसिद्ध 'वाक् सूक्त' मा ध्वनिको यही गतिशील स्वभावलाई वायुको प्रवाहसँग तुलना गरिएको छ।

> ***अहमेव वात इव प्र वाम्यारभमाणा भुवनानि विश्वा ॥***
>
> **— ऋग्वेद १०.१२५.८ (वाक् सूक्त)**

सरल अर्थ र वैज्ञानिक व्याख्या: म (वाक्/ध्वनि) वायुझैँ तीव्र रूपमा प्रवाहित हुन्छु। र सम्पूर्ण ब्रह्माण्डका भुवनहरूलाई गतिमान (चलायमान) बनाउँछु।

विषयगत मेल (Conceptual Harmony): प्राचीन कालमै ध्वनिको सञ्चारलाई 'वायुझैँ प्रवाहित हुने' भन्नु निकै उल्लेखनीय र वैज्ञानिक छ। आधुनिक भौतिक विज्ञानले पनि प्रमाणित गरेको छ कि ध्वनि सञ्चालन हुन हावा जस्तो भौतिक माध्यम चाहिन्छ र यो वायुका कणहरूमा विक्षोभ (तरंग) पैदा गर्दै अगाडि बढ्छ।

वाक् (ध्वनि) का चार स्तरहरू (The Four Dimensions of Sound)

वैदिक तथा भाषा-दर्शनले इच्छाको सूक्ष्म बीजदेखि मुखबाट निस्कने भौतिक ध्वनिसम्मको यात्रालाई अत्यन्तै परिष्कृत रूपमा **चारवटा स्तर**मा वर्गीकरण गरेको छ। यसको मूल आधार ऋग्वेदको मन्त्र हो।

> ***चत्वारि वाक् परिमिता पदानि***
> ***तानि विदुर्ब्राह्मणा ये मनीषिणः ॥***
> **— ऋग्वेद १.१६४.४५**

मानव प्रणालीमा ध्वनिका यी चार चरणहरू निम्नानुसार छन्:

१. परा (Parā — The Transcendent): यो ध्वनिको सबैभन्दा सूक्ष्मतम, अव्यक्त र स्थिर बीज अवस्था हो, जुन हाम्रो नाभि केन्द्र (चेतनाको गहिराइ) मा रहन्छ।

२. पश्यन्ती (Paśyantī — The Visualized): यो इच्छा वा मानसिक अनुभूति स्तरको सूक्ष्म ध्वनि हो। यहाँ विचार वा ध्वनिको कुनै निश्चित भाषा हुँदैन, केवल मानसिक दर्शन हुन्छ।

३. मध्यमा (Madhyamā — The Intermediate): यो मनभित्रको आन्तरिक ध्वनि हो। यहाँ विचारहरूले शब्द, व्याकरण र भाषाको रूप लिन थाल्छन्, तर यो मुखबाट बाहिर निस्किएको हुँदैन (हामी मनमनै कुरा गर्दाको अवस्था)।

४. वैखरी (Vaikharī — The Articulated): जब कण्ठ, जिब्रो र ओठको चालमार्फत ध्वनि मुखबाट बाहिर निस्कन्छ, तब यो श्रव्य ध्वनि बन्दछ। यसैलाई वैखरी भनिन्छ।

🔍 प्रमाण-आधारित टिप्पणी (Evidence Check)

यहाँनेर ध्वनि विज्ञान (**Acoustics**) र दार्शनिक चेतनाबीचको सीमारेखा स्पष्टसँग चिन्नु आवश्यक छ:

- **भौतिक विज्ञानको क्षेत्र (वैखरी):** यी चार स्तरहरूमध्ये केवल **'वैखरी' नै आधुनिक भौतिक विज्ञानले अध्ययन गर्ने यान्त्रिक ध्वनि तरंग (Sound Wave) हो**। यसको निश्चित आवृत्ति हुन्छ, यसले हावामा सङ्कुचन र विरलन बनाउँछ, र यसलाई मात्र प्रयोगशालाका यन्त्रहरूले नाप्न सक्छन्।
- **चेतनाको क्षेत्र (परा, पश्यन्ती, मध्यमा):** बाँकी तीनवटा स्तरहरू (परा, पश्यन्ती, र मध्यमा) विशुद्ध रूपमा मानव चेतना, न्यूरोलोजी (Neurology) र मनका आन्तरिक तहहरू हुन्। यी ध्वनिकी (Acoustics) का विषय होइनन्।

मुख्य सिकाइ (Key Takeaway):
जब तपाईं कुनै शब्द बोल्नुहुन्छ, त्यो ध्वनि अचानक कण्ठबाट मात्र निस्किएको हुँदैन। त्यो त चेतनाको गहिराइ (**परा**) बाट इच्छा बन्दै (**पश्यन्ती**), मनमा भाषाको रूप लिई (**मध्यमा**) र अन्त्यमा हावाका कणहरूलाई कम्पन गराउँदै (**वैखरी**) तरंगका रूपमा बाहिर आउँछ। प्राचीन दर्शनको यो गहिरो भाषा-मनोविज्ञान र आधुनिक ध्वनि तरंगको भौतिकी मिलेर नै ध्वनिको पूर्ण स्वरूप बुझ्न सकिन्छ ।

२.३ शब्द : आकाशको गुण (माध्यमको आवश्यकता) *Sound as the quality of Ākāśa*

भौतिक विज्ञानको एउटा आधारभूत नियम के हो भने ध्वनि एक यान्त्रिक तरंग (**Mechanical Wave**) भएकाले यसलाई सञ्चालन हुन वा एक ठाउँबाट अर्को ठाउँसम्म फैलिन अनिवार्य रूपमा कुनै न कुनै **भौतिक माध्यम** (ठोस, तरल वा ग्याँस) को आवश्यकता पर्दछ। शून्य वा निर्वात (Vacuum) मा ध्वनि तरंगहरू किमार्थ अगाडि बढ्न सक्दैनन्।

प्राचीन वैशेषिक तथा साङ्ख्य दर्शनले यही प्राकृतिक तथ्यलाई आफ्नो विशिष्ट दार्शनिक भाषामा व्याख्या गर्दै पञ्चमहाभूतमध्ये **'आकाश' (Ākāśa - Space/Ether) को विशिष्ट पहिचान वा गुण नै 'शब्द' (ध्वनि) हो** भनी स्थापित गरेका थिए। अर्थात्, ध्वनि आकाश-तत्त्वको आश्रय लिएर मात्र फैलिन्छ। तैत्तिरीय उपनिषद्मा ब्रह्माण्डीय तत्त्वहरूको विकासक्रम (Evolution of Elements) प्रस्तुत छ।

> ***तस्माद्वा एतस्मादात्मन आकाशः सम्भूतः ।***
> ***आकाशाद्वायुः । वायोरग्निः ।***
> ***अग्नेरापः । अद्भ्यः पृथिवी ॥***
> **— तैत्तिरीय उपनिषद् २.१**

सङ्क्षिप्त रूप र सरल अर्थ भाव: आकाश (शून्य/अन्तरिक्ष) बाट वायुको उत्पत्ति भयो। वायुबाट अग्नि (तेज), अग्निबाट जल र जलबाट ठोस पृथ्वी (माटो) को विकास भयो।

विषयगत मेल (Conceptual Harmony): प्राचीन भौतिकीको यो तत्त्वक्रमले सूक्ष्मतम अवस्था (Space) बाट क्रमशः सघन वा ठोस पदार्थ (Solid Matter) कसरी बन्छ भन्ने कुरालाई देखाउँछ। शब्दलाई आकाशको गुण मान्नु र ध्वनिको सञ्चारका लागि अन्तरिक्ष वा भौतिक माध्यम चाहिन्छ भन्नुबीच एउटा अनुपम दार्शनिक मेल देखिन्छ।

प्रयोगात्मक विज्ञान र दार्शनिक प्रतिमानको सम्बन्ध

यहाँनेर प्राचीन 'आकाश' शब्द र आधुनिक 'माध्यम' बीचको सम्बन्धलाई वैज्ञानिक रूपमा विश्लेषण गर्न आवश्यक छ।

- **माध्यम र आकाशको तादात्म्यता:** प्राचीन समयमा आजको जस्तो हावाका अणुहरू (Nitrogen, Oxygen आदि) को रासायनिक ज्ञान नभए पनि, उनीहरूले के बुझेका थिए भने हाम्रो र वक्ताको बीचमा जुन खाली ठाउँ वा स्थान (Space/आकाश) छ, त्यही तत्व नै ध्वनिलाई बोकेर हिड्ने मुख्य संवाहक हो।
- **बेल-जारको प्रयोग (Bell-Jar Experiment) सँग तुलना:** आधुनिक विज्ञानमा हामी एउटा काँचको भाँडो (Jar) भित्रको हावा भ्याकुम पम्पद्वारा बाहिर निकालेर शून्य बनाउँछौँ र भित्र घण्टी बज्दा पनि बाहिर ध्वनि सुनिँदैन भनी प्रमाणित गर्छौं। प्राचीन दर्शनले पनि यही भन्छ। यदि 'आकाश' (Space/माध्यम) को गुण नष्ट गरिदिने हो भने शब्दको अस्तित्व नै समाप्त हुन्छ।

🔍 प्रमाण-आधारित टिप्पणी (Evidence Check)

यहाँनेर तार्किक र वस्तुनिष्ठ सोच राख्नका लागि प्राचीन परिभाषा र आधुनिक भौतिकीको सीमारेखा बुझ्नुपर्छ:

- **✓ जे साँचो र बलियो छ (प्रमाणित तथ्य):**

ध्वनिको अस्तित्वका लागि एउटा अभौतिक वा भौतिक 'अवकाश' (Space) अनिवार्य हुन्छ र ध्वनि शून्यताको आधारमा मात्र यात्रा गर्छ भन्ने वैशेषिक दर्शनको तार्किक आधार पूर्ण रूपमा सत्य र गौरवपूर्ण छ।

- **△ जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (प्रमाण होइन):**

आधुनिक विज्ञानले ध्वनिको वेग माध्यमको घनत्व (**Density**) र प्रत्यास्थता (**Elasticity**) मा निर्भर गर्छ भनी गणितीय सूत्रहरू ($v = \sqrt{E/\rho}$) दिन्छ। प्राचीन ग्रन्थहरूमा यी आधुनिक आयामिक सूत्रहरू हुबहु थिए भनी दाबी गर्नु प्रेरणा मात्र हो, प्रयोगात्मक प्रमाण होइन।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway):
माध्यम विना ध्वनि असम्भव: आधुनिक भौतिक विज्ञानले प्रयोगशालामा प्रमाणित गरेको "ध्वनिका लागि माध्यम चाहिन्छ" भन्ने यथार्थ र प्राचीन उपनिषद्ले भनेको "शब्द आकाशको गुण हो" भन्ने सिद्धान्तले एउटै प्राकृतिक सत्यलाई सिद्ध गर्छन्। प्रकृतिको यो नियमलाई दार्शनिक रूपमा बुझ्नु र वैज्ञानिक रूपमा मापन गर्नु नै साँचो अभिसरण हो।

२.४ ध्वनि-प्रसारण : प्राचीन 'तरंग' प्रतिमान *The ancient wave-model of sound*

भौतिक विज्ञानमा ध्वनि प्रसारण (**Propagation of Sound**) लाई बुझाउँदा माध्यममा उत्पन्न हुने क्रमिक विक्षोभ (Disturbance) का रूपमा व्याख्या गरिन्छ। प्राचीन न्याय र वैशेषिक दर्शनका आचार्यहरूले ध्वनि स्रोतबाट उत्पन्न भई हाम्रो कानसम्म कसरी आइपुग्छ भन्ने रहस्यलाई प्रकृतिको सूक्ष्म निरीक्षण गरी दुईवटा प्रसिद्ध **प्रतिमान (Maxims/Analogies)** मार्फत व्याख्या गरेका थिए। जुन आजको आधुनिक तरंग सिद्धान्तसँग अचम्मसँग मेल खान्छन्:

१. वीचि-तरंग न्याय (Water-Ripple Maxim)

यो प्रतिमानले ध्वनिको **क्रमिक प्रवाह र शृङ्खलाबद्ध प्रसारण**लाई बुझाउँछ।

> **दार्शनिक उदाहरण:** जसरी पोखरीको शान्त पानीमा एउटा ढुङ्गा खसाल्दा पहिलो लहर (Ripple) बन्छ, र त्यसले आफ्नो ऊर्जा छिमेकी कणमा सारेर दोस्रो, तेस्रो हुँदै शृङ्खलाबद्ध रूपमा किनारसम्म पुऱ्याउँछ; त्यसरी नै ध्वनि स्रोतबाट निस्केको पहिलो ध्वनि-अवयवले अर्को अवयव उत्पन्न गर्दै कानसम्म यात्रा गर्छ।
>
> **वैज्ञानिक निकटता:** आधुनिक विज्ञानको पाठ्यपुस्तकले तरंगको परिभाषा सिकाउन प्रयोग गर्ने 'पोखरीको लहर र ढुङ्गा' को उदाहरण नै वास्तवमा प्राचीन **'वीचि-तरंग न्याय'** को केन्द्रविम्ब हो। यसले ध्वनि एकैचोटि उडेर जाने होइन, बरु माध्यमका कणहरूमा क्रमिक विक्षोभ पैदा गर्दै अगाडि बढ्छ भन्ने कुरा प्रमाणित गर्छ।

२. कदम्ब-मुकुल न्याय (Kadamba-Bud Maxim)

यो प्रतिमानले ध्वनिको **त्रिआयामिक फैलावट (Three-Dimensional Spherical Expansion)** लाई बुझाउँछ।

> **दार्शनिक उदाहरण:** 'कदम्ब' फूलको कोपिला (Bud) फक्रँदा त्यसका स-साना रेशा वा तन्तुहरू सबै दिशामा (चारैतिर) एकैसाथ, समान रूपमा बाहिर निस्कन्छन्।
>
> **वैज्ञानिक निकटता:** जब हामी कुनै कोठा वा खुला मैदानमा बोल्छौँ, ध्वनि केवल एउटा सीधा रेखामा मात्र जाँदैन, बरु स्रोतलाई केन्द्र बनाएर **गोलाकार रूपमा (Spherical Waves)** चारैतिर फैलिन्छ। कदम्ब-मुकुल न्यायले ध्वनिको यसै बहु-आयामिक र गोलाकार दिशागत प्रवाहलाई अद्भुत रूपमा प्रस्तुत गर्दछ।

🔍 प्रमाण-आधारित टिप्पणी (Evidence Check)

यहाँनेर प्राचीन चिन्तनको तार्किक उचाइ र आधुनिक विज्ञानको प्राविधिक मापनबीचको सन्तुलनलाई यसरी मनन गर्नुपर्छ:

✓ जे साँचो र बलियो छ (प्रमाणित तथ्य):

ध्वनि प्रसारलाई बुझाउन प्राचीन शास्त्रमा दिइएका यी दुई उदाहरण (पोखरीको छाल र फूलको तन्तुको फैलावट) भौतिक विज्ञानको दृष्टिकोणबाट पूर्ण रूपमा सही, तार्किक र अद्वितीय छन्। यसले के देखाउँछ भने हाम्रा प्राचीन वैज्ञानिकहरूले ध्वनिलाई हावामा क्रमशः प्रसारित हुने 'विक्षोभ' (Disturbance) कै रूपमा स्विकारेका थिए।

△ जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (प्रमाण होइन):

आधुनिक ध्वनि विज्ञान (Acoustics) ले ध्वनिको यही प्रसारणलाई माध्यमको तापमान, सापेक्षित आर्द्रता, र $v = f\lambda$ जस्ता गणितीय सूत्रहरूद्वारा प्रयोगशालामा मापन गर्छ। प्राचीन प्रतिमानहरू गुणात्मक (**Qualitative**) बुझाइका लागि उत्कृष्ट प्रेरणा हुन्, तर तिनमा आधुनिक ध्वनिकीका गणितीय समीकरणहरू नै थिए भन्नु अतिशयोक्ति मात्र हो।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway):

विज्ञानको आधुनिक तरंग परिभाषा र प्राचीन 'वीचि-तरंग' एवं 'कादम्ब-मुकुल' न्यायले एउटै प्राकृतिक सत्यलाई प्रष्ट पार्छन्। हाम्रा पुर्खाहरूले प्रकृतिको वस्तुनिष्ठ अवलोकन गरेर जुन तार्किक जग बसाले, आधुनिक विज्ञानले प्रयोगशालामा सोही जगमा गणित र प्रविधिको बलियो महल खडा गरेको छ।

२.५ प्रकाश पनि तरंग : सूर्यको तीव्र किरण *Light as a wave — the swift Sun*

आधुनिक भौतिक विज्ञान अनुसार प्रकाश एक **विद्युत्-चुम्बकीय तरंग (Electromagnetic Wave)** हो, जसको गति ब्रह्माण्डमै सबैभन्दा तीव्र हुन्छ। वैदिक वाङ्मयमा सूर्यलाई सम्पूर्ण ब्रह्माण्डमा अपार ऊर्जा र अत्यन्त तीव्र गतिमा प्रकाश फैलाउने केन्द्रीय शक्तिका रूपमा वन्दना गरिएको छ।

ऋग्वेदको यो मन्त्रले सूर्यको सोही प्रकाशकीय गुणलाई उजागर गर्दछ:

> ***तरणिर्विश्वदर्शतो ज्योतिष्कृदसि सूर्य ।***
>
> ***विश्वमा भासि रोचनम् ॥***
>
> **— ऋग्वेद १.५०.४**

सरल अर्थ र वैज्ञानिक व्याख्या: हे सूर्य! तपाईं अत्यन्त तीव्र गतिमा बहने वा चल्ने हुनुहुन्छ। तपाईं सबैका लागि प्रकाश (ज्योति) उत्पन्न गरिदिने र सम्पूर्ण ब्रह्माण्डलाई उज्यालो पार्ने परम स्रोत हुनुहुन्छ।

विषयगत मेल (Conceptual Harmony): सूर्यको प्रकाश स्थिर छैन, यो अत्यन्त तीव्र गतिमा प्रवाहित भइरहने ऊर्जा हो भन्ने प्राचीन अवलोकन आधुनिक भौतिक विज्ञानको स्थापित तथ्यसँग पूर्ण रूपमा मेल खान्छ।

💡 सायणाचार्यको भाष्य र प्रकाशको गति (Sayana's Commentary on the Speed of Light)
१४औँ शताब्दीका प्रसिद्ध वैदिक भाष्यकार **आचार्य सायण**ले ऋग्वेदको (१.५०.४) मन्त्रको व्याख्या गर्ने क्रममा प्रकाशको गतिबारे एउटा अत्यन्तै चर्चित र रोचक श्लोक उल्लेख गर्नुभएको छ:

तथा च स्मर्यते– योजनानां सहस्रे द्वे द्वे शते द्वे च योजने।
एकेन निमिषार्धेन क्रममाण नमोऽस्तु ते॥

अर्थ: आधा निमेष (निमिषार्धेन) को समयमा २,२०२ योजन (योजनानां सहस्रे द्वे द्वे शते द्वे च) को दूरी पार गर्ने प्रकाशको गतिलाई नमस्कार छ।

गणितीय संयोग (Mathematical Coincidence): आधुनिक अनुसन्धानकर्ताहरूले परम्परागत मापनका आधारहरू (१ योजन ≈ ९ माइल र १ निमेष ≈ ०.२११ सेकेन्ड, जसको आधा निमेष ≈ ०.१०५ सेकेन्ड हुन्छ) राखेर यसको हिसाब निकाल्दा यो गति लगभग **१,८९,००० माइल प्रतिसेकेन्ड** आउँछ। आधुनिक विज्ञानले प्रयोगशालामा प्रकाशको 'एकतर्फी वास्तविक गति' (One-Way Speed of Light) लाई स्वतन्त्र रूपमा मापन वा प्रमाणित गर्न सकेको छैन। आधुनिक विज्ञानले अनुमान गरेर निश्चय गरिएको प्रकाशको वास्तविक गति (लगभग **१,८६,२८२ माइल प्रतिसेकेन्ड** वा 3×10^8 m/s) १४ औं शताब्दीका भाष्यकार सायणाचार्यले निश्चय गरिदिएको गतिको अचम्मसँग नजिकको नाप रोजिएको छ।

प्रकाशको गति: प्रयोगशालाको यथार्थ र वैज्ञानिक मान्यता
(Speed of Light: Laboratory Reality & Convention)

भौतिक विज्ञानको आधुनिक पाठ्यक्रममा हामी प्रकाशको गतिलाई निर्वात वा शून्य माध्यममा $c \approx 3 \times 10^8$ m/s (ठ्याक्कै 299,792,458 m/s) भनेर पढ्छौँ। तर, आधुनिक क्वान्टम भौतिकी र सापेक्षतावादको सिद्धान्त (Theory of Relativity) को गहिराइमा पुग्दा एउटा यस्तो अकाट्य प्राविधिक तथ्य अगाडि आउँछ, जसले विज्ञानका विद्यार्थीहरूमा वास्तविक वैज्ञानिक चेतना जगाउन मद्दत गर्छ:

🔍 मुख्य वैज्ञानिक तथ्य:

आजका मितिसम्म आधुनिक विज्ञानले प्रयोगशालामा प्रकाशको 'एकतर्फी वास्तविक गति' (One-Way Speed of Light) लाई स्वतन्त्र रूपमा मापन वा प्रमाणित गर्न सकेको छैन। हामीले प्रयोग गर्ने मान वास्तवमा एक 'वैज्ञानिक सम्झौता वा मान्यता' (Convention) मात्र हो।

१. एकतर्फी गति (One-Way) र दुईतर्फी गति (Two-Way) को ओलीगेम
विज्ञानले प्रयोगशालामा प्रकाशको गति नाप्नका लागि जति पनि आधुनिक प्रयोगहरू गरेको छ (जस्तै: लेजर प्रविधि वा फिडोको चक्र पद्धति), ती सबैमा **'दुईतर्फी गति' (Two-Way Speed)** मात्र नापिएको छ।

- **प्रयोगशालाको बाध्यता:** प्रकाशको गति यति तीव्र हुन्छ कि एउटा बिन्दु (A) बाट सुरु भई अर्को बिन्दु (B) सम्म पुग्दा लाग्ने समय ठ्याक्कै नाप्नका लागि दुवै ठाउँका घडीहरू (Clocks) पूर्ण रूपमा 'सिन्क्रोनाइज' (Synchronized - एकै समयमा चल्ने) हुनुपर्छ। तर, अल्बर्ट आइन्स्टाइनको सापेक्षतावादको नियम अनुसार, घडीलाई एक ठाउँबाट अर्को ठाउँमा सार्ने बित्तिकै समयको गति बदलिन्छ, जसले गर्दा घडीहरू स्वतः असन्तुलित हुन्छन्।

- **समाधानको उपाय:** यसैले वैज्ञानिकहरूले बिन्दु A बाट प्रकाश पठाएर, बिन्दु B मा एउटा ऐना (Mirror) राखी परावर्तित गराएर पुनः A मै फर्काए र आउन-जान लागेको कुल समय नापे।

$$\text{नापिएको गति } (c) = \frac{\text{कुल दूरी } (A \text{ देखि } B \text{ र फिर्ता})}{\text{लागेको कुल समय}}$$

२. प्रमाणित सत्य होइन, यो त 'मान्यता' (Convention) हो:
आइन्स्टाइनले सन् १९०५ मा आफ्नो 'विशेष सापेक्षताको सिद्धान्त' (Special Theory of Relativity) मा स्पष्ट लेखेका छन् कि "प्रकाश जाँदाको गति र फर्कँदाको गति बराबर हुन्छ भन्ने कुरा कुनै प्रयोगसिद्ध तथ्य होइन, यो त भौतिक विज्ञानलाई सहज बनाउनका लागि गरिएको एउटा **इच्छाधीन मान्यता (Stipulated Convention)** मात्र हो।"

उदाहरणका लागि: यदि प्रकाश A बाट B तिर जाँदा प्रकाशको गतिको आधा रफ्तारमा गयो र B बाट A तिर फर्कँदा अनन्त (Instantaneous) गतिमा फर्कियो भने पनि कुल समयको हिसाब उही आउँछ। प्रकृतिको यो रहस्यलाई प्रयोगशालामा कतैबाट पनि भत्काउन वा छुट्टै नाप्न सकिएको छैन।

सन् १९८३ को विश्वव्यापी सम्झौता: यही प्राविधिक जटिलताका कारण सन् १९८३ मा 'तौल तथा मापन सम्बन्धी अन्तर्राष्ट्रिय कमिटी' (BIPM) ले प्रकाशको गतिलाई नाप्न छाडेर, यसलाई सर्वसम्मत रूपमा 299,792,458 m/s मा 'फिक्स' (अचल सङ्ख्या) गरिदियो र यसैका आधारमा १ मिटरको दूरी कति हुन्छ भनी उल्टो परिभाषा तय गरियो।

🔍 प्रमाण-आधारित टिप्पणी (Evidence Check)

यो तथ्यले विज्ञान र प्राचीन पूर्वीय दर्शन (वेद) बीचको तुलनालाई अझ बढी परिपक्व र इमानदार बनाउँछ:

आधुनिक विज्ञानको सीमा: विज्ञानले ब्रह्माण्डका सबै कुरा प्रयोगशालामा प्रमाणित गरिसक्यो र विज्ञानसँग हरेक प्रश्नको अकाट्य उत्तर छ भन्ने भ्रममा हामि पर्नु हुँदैन। प्रकाशको गति जस्तो आधारभूत कुरामा पनि विज्ञान एउटा 'मान्यता' र 'गणितीय सहजता' मा टिकेको छ। जुन प्रयोगशालामा मापन भएर प्रमाणित भएको तथ्य हुदै होइन।

प्राचीन चिन्तनको दृष्टिकोण: प्राचीन आचार्य सायण वा उपनिषद्ले प्रकाशलाई 'तीव्र गतिमा बहने' वा 'आधा निमेषमा यति योजन पार गर्ने' भनी जुन गुणात्मक र प्रतीकात्मक व्याख्या गरे, ती पनि प्रकृतिको यही अदृश्य र चञ्चल स्वभावलाई बुझ्ने दार्शनिक प्रयासहरू थिए।

अन्तिम सन्देश (Core Lesson):
यसले हामीलाई यो पनि पुष्टि गरिदिन्छ कि विज्ञान भनेको अन्तिम र जड सत्य होइन। यो त सत्यको खोजीमा लगातार अघि बढ्ने एउटा उत्तम माध्यम मात्र हो। प्रकाशको वास्तविक एकतर्फी गति आजसम्म प्रमाणित नहुनुले के देखाउँछ भने, प्रकृतिका केही नियमहरू अझै पनि मानवीय प्रविधिभन्दा माथि छन्। यो यथार्थलाई नम्रतापूर्वक स्विकार्नु नै साँचो **वैज्ञानिक दृष्टिकोण** हो।

🔍 प्रमाण-आधारित टिप्पणी (Evidence Check)

यहाँनेर वैज्ञानिक इतिहास र तथ्यहरूलाई वस्तुनिष्ठ रूपमा छुट्याउनका लागि निम्न कुराहरू मनन गर्नु अनिवार्य छ:

✓ **जे साँचो र बलियो छ (प्रमाणित तथ्य):** सूर्यको किरण अत्यन्तै तीव्र गतिमा कुद्छ भन्ने कुरा ऋग्वेदको मूल मन्त्रमै उल्लेख छ। साथै, १४औँ शताब्दीका आचार्य सायणले प्रकाशको एउटा निश्चित गति हुन्छ र यसले समय र दूरी पार गर्छ भनी गणितीय रूपमा प्रस्तुत गर्नु मध्यकालीन खगोल-भौतिकीको अत्यन्तै उन्नत र गौरवपूर्ण बौद्धिक पाटो हो। आजका मितिसम्म आधुनिक विज्ञानले प्रयोगशालामा प्रकाशको 'एकतर्फी वास्तविक गति' (One-Way Speed of Light) लाई स्वतन्त्र रूपमा मापन वा प्रमाणित गर्न सकेको छैन। हामीले प्रयोग गर्ने मान वास्तवमा एक 'वैज्ञानिक सम्झौता वा मान्यता' (Convention) मात्र हो।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (सावधानीपूर्ण नोट):** हामीले यहाँ निर के बुझ्नुपर्छ भने, विज्ञान भनेको अन्तिम र जड सत्य होइन। यो त सत्यको खोजीमा लगातार अघि बढ्ने एउटा उत्तम माध्यम मात्र हो। प्रकाशको गतिको सङ्ख्या वेदको मूल मन्त्रमा छैन। तर सायणको मध्यकालीन व्याख्यामा छ।त्यो पनि प्राचिन समय नै हो। 'योजन' र 'निमेष' का मानहरू फरक-फरक प्राचीन ग्रन्थहरूमा फरक-फरक दिइएका छन् (जस्तै कतै १ योजन बराबर ४.५ माइल वा ५ माइल पनि मानिएको छ)। त्यसैले, वेदले प्रकाशको गति ठ्याक्कै नापेको थियो भन्ने अकाट्य ऐतिहासिक प्रमाणका रूपमा भन्दा पनि एउटा **'अद्भुत ऐतिहासिक संयोग र जिज्ञासा'** का रूपमा बुझ्नुपर्छ। तर पनि आज सम्म विज्ञानले स्वतन्त्र रूपमा मापन वा प्रमाणित गर्न नसकेको प्रकाशको गति बारे वेदमा भएको तथ्य नजरअन्दाज गर्न भने मिल्दैन।

ऋग्वेदको प्रथम मण्डल अन्तर्गत पर्ने **सूक्त ५० (१.५०)** लाई **"सौर्य सूक्त"** भनिन्छ। यस सूक्तका द्रष्टा ऋषि **प्रस्कण्व काण्व** हुन् र यसको मुख्य देवता **सूर्य** हुन्। यस सूक्तमा कुल १३ वटा ऋचाहरू (मन्त्रहरू) छन्, जसमा सूर्यको खगोलीय उपस्थिति, प्रकाशको गति, र सूर्यले पर्यावरण एवं जैविक स्वास्थ्यमा पुऱ्याउने योगदानको अद्भुत वर्णन गरिएको छ।

🌈 सूर्यका सात घोडा र प्रकाशको वर्णक्रम (The Seven Rays & Light Spectrum)

ऋग्वेदको यसै सूक्त (१.५०) मा सूर्यको रथलाई **'सातवटा घोडाहरू'** (सप्त हरितः) वा सात किरणले तान्ने उल्लेख गरिएको छ।

व्याख्या: आधुनिक लेखकहरूले यसलाई सर आइज्याक न्यूटनले सन् १६६६ मा प्रिज्मको प्रयोगबाट पत्ता लगाएको सूर्यको सेतो प्रकाशभित्र हुने सातवटा रङ्गहरू (**VIBGYOR** वैजनी, नीलो, आकाशीय, हरियो, पहेंलो, सुन्तला, रातो) सँग जोडेर व्याख्या गर्दछन्।

वैज्ञानिक यथार्थ: यो एउटा निकै सुन्दर र कलात्मक व्याख्या (Interpretive Inspiration) हो। तर, वैदिक साहित्यमा 'सात' सङ्ख्याको प्रयोग प्रायः सात छन्द, सात लोक वा सात प्रकृतिका नियमहरूसँग सम्बन्धित छ। न्यूटनको अप्टिक्स (Optics/प्रकाशिकी) र सात रङ्गको वर्णक्रम आधुनिक प्रयोगात्मक विज्ञानको स्वतन्त्र खोज हो। प्राचीन श्लोकलाई यसको पूरक प्रेरणाका रूपमा मात्र लिनु वैज्ञानिक दृष्टिकोण हो।

ऋग्वेद सूक्त १.५० का प्रमुख मन्त्र र अर्थ (Key Mantras & Meanings)

मन्त्र १: ब्रह्माण्डमा सूर्यको केन्द्रीय उपस्थिति

उदु त्यं जातवेदसं देवं वहन्ति केतवः ।
दृशे विश्वाय सूर्यम् ॥ — (ऋग्वेद १.५०.१)

शब्दार्थ:

- **जातवेदसं:** ब्रह्माण्डका हरेक उत्पन्न पदार्थ वा कण-कणलाई जान्ने वा प्रकाश पार्ने।
- **केतवः:** सूर्यका किरणहरू (अथवा ऊर्जाका तरंगहरू)।
- **वहन्ति:** माथितिर लैजान्छन् वा स्थापित गर्दछन्।
- **दृशे विश्वाय:** सम्पूर्ण विश्वले देख्न वा अनुभव गर्न सकोस् भन्नका लागि।

भावार्थ: ती सम्पूर्ण ब्रह्माण्डका ज्ञाता र प्रकाशक सूर्य देवलाई उहाँका किरणहरूले (ऊर्जा तरंगहरूले) सबै जगत्को कल्याण र दर्शनका लागि अन्तरिक्षको केन्द्रमा स्थापित गर्दछन्।
वैज्ञानिक कडी: आधुनिक खगोल विज्ञान (Astrophysics) ले पनि सूर्यलाई सौर्यमण्डलको केन्द्रमा स्थापित तारा मान्दछ, जसको गुरुत्वाकर्षण र प्रकाश तरंगहरूले नै पृथ्वी र अन्य ग्रहहरूलाई ऊर्जा प्रदान गरिरहेका छन्।

मन्त्र ४: प्रकाशको तीव्र गति (The Swift Motion of Light)

तरणिर्विश्वदर्शतो ज्योतिष्कृदसि सूर्य ।
विश्वमा भासि रोचनम् ॥ — (ऋग्वेद १.५०.४)

शब्दार्थ:

- **तरणिः:** अत्यन्त तीव्र गतिमा तैरने वा अगाडि बढ्ने (Swift/Fast moving)।
- **ज्योतिष्कृत्:** प्रकाश वा ज्योतिको निर्माण गर्ने।
- **विश्वमा भासि रोचनम्:** सम्पूर्ण चराचर जगत् र अन्तरिक्षलाई चम्किलो वा उज्यालो बनाउने।
-

भावार्थ: हे सूर्य! तपाईं अत्यन्त तीव्र गतिमा यात्रा गर्नुहुन्छ, सबैका लागि प्रकाश उत्पन्न गर्नुहुन्छ र सम्पूर्ण ब्रह्माण्डलाई आफ्नो चमकले आलोकित पार्नुहुन्छ।
वैज्ञानिक कडी: प्रकाशको प्रकृति स्थिर छैन, यो तरंगका रूपमा ब्रह्माण्डकै सबैभन्दा तीव्र गतिमा प्रवाहित हुन्छ भन्ने भौतिक विज्ञानको स्थापित मान्यतासँग यो मन्त्रको 'तरणिः' (तीव्र गति) शब्द अद्भुत रूपमा मेल खान्छ।

मन्त्र ७: अन्तरिक्ष र समयको मापन

वि द्यामेषि रजस्पृथ्वहा मिमानो अक्तुभिः ।
पश्यञ्जन्मानि सूर्य ॥
— (ऋग्वेद १.५०.७)

शब्दार्थ:

वि द्यामेषि: विशाल अन्तरिक्ष वा आकाशलाई पार गर्नुहुन्छ।
रजस्पृथु: विशाल लोकहरू वा अन्तरिक्षीय क्षेत्र।
अहा मिमानो अक्तुभिः: दिन र रातको मापन गर्दै (समयको चक्र चलाउँदै)।

भावार्थ: हे सूर्य! तपाईं आफ्ना किरणहरूद्वारा दिन र रातको निर्माण र मापन गर्दै, सम्पूर्ण जीवहरूलाई हेर्दै (ऊर्जा दिँदै) यो विशाल अन्तरिक्ष पार गर्नुहुन्छ।

वैज्ञानिक कडी: पृथ्वीको परिक्रमण र सूर्यको सापेक्षिक गतिका कारण नै दिन, रात र समयको गणना (Time measurement) सम्भव भएको हो भन्ने खगोलीय तथ्यलाई यस मन्त्रले गणितीय रूपमा संकेत गरेको छ।

मन्त्र ११: जैविक स्वास्थ्य र सूर्य (Eradication of Disease)

उद्यन्नद्य मित्रमह आरोहन्नुत्तरां दिवम् ।
हृद्रोगं मम सूर्य हरिमाणं च नाशय ॥ — (ऋग्वेद १.५०.११)

शब्दार्थ:

- **उद्यन्नद्य:** आज उदय भइरहेका।
- **आरोहन्नुत्तरां दिवम्:** उच्च आकाशतर्फ अगाडि बढ्दै गरेका।
- **हृद्रोगं:** हृदयको रोग वा कमजोरी।
- **हरिमाणं च नाशय:** शरीरको पहेंलोपन (कमजोरी/एनेमिया) वा रोगका कीटाणु नष्ट गरिदिनुहोस्।

भावार्थ: हे परम हितैषी सूर्य देव! उच्च आकाशतर्फ उदय हुने क्रममा तपाईंको प्रकाशले मेरो हृदयको कमजोरी र शरीरको पहेंलोपन (रोगहरू) लाई नष्ट गरिदियोस्।

वैज्ञानिक कडी: आधुनिक चिकित्सा विज्ञान (Medical Science) ले स्वीकार गरेको छ कि सूर्यको प्रकाश (विशेष गरी बिहानीको किरण) मा बस्दा शरीरमा भिटामिन-डी (Vitamin D) को निर्माण हुन्छ, जसले हृदय स्वास्थ्य, रक्तसञ्चार र रोग प्रतिरोधात्मक क्षमतालाई बलियो बनाउँछ। सूर्यको पराबैजनी किरणले हानिकारक जीवाणुहरू मार्ने काम (Disinfection) पनि गर्दछ।

🔍 प्रमाण-आधारित टिप्पणी (Core Science-Veda Connection)

यहाँनेर ऋग्वेदको यो १.५० सूक्त पढ्दा यसको वास्तविक वैज्ञानिक ओजनलाई यसरी बुझ्नुपर्छ:

- **सन्तुलित दृष्टिकोण:** यस सूक्तले के प्रमाणित गर्छ भने प्राचीन ऋषिहरू केवल काल्पनिक कुरा गर्दैनथे। उनीहरू प्रकृतिका उत्कृष्ट पर्यवेक्षक (Observers) थिए। सूर्यको किरणको गति, त्यसले समय मापनमा गर्ने सहयोग, र मानव स्वास्थ्यमा पुऱ्याउने फाइदाबारे उनीहरूको बुझाइ पूर्ण रूपमा **गुणात्मक रूपमा वैज्ञानिक (Qualitative Science)** थियो।

- **आधुनिक विज्ञानको पूरकता:** आधुनिक विज्ञानले यसै सूक्तमा भनिएका रैथाने सत्यहरूलाई उन्नत गणित र प्रयोगशालाका यन्त्रहरू थपेर **मात्रात्मक रूपमा (Quantitative Equations)** प्रमाणित गरेको छ। प्राचीन काव्यिक प्रेरणा र आधुनिक प्रयोगात्मक प्रमाणको यो सम्मिश्रण नै साँचो वैज्ञानिक चेतना हो।

२.६ नाद, श्रुति र स्वर — आवृत्तिको भाव *Nāda, śruti & pitch: The Concept of Frequency*

आधुनिक भौतिक विज्ञानले ध्वनिको एउटा मुख्य विशेषताका रूपमा **पिच वा तारात्व (Pitch)** लाई व्याख्या गर्दछ। पिच पूर्ण रूपमा ध्वनि तरंगको **आवृत्ति (Frequency)** मा निर्भर हुन्छ। अर्थात्, माध्यमका कणहरू जति छिटो-छिटो कम्पन हुन्छन्, आवृत्तिको मान त्यति नै उच्च हुन्छ र ध्वनिको पिच पनि त्यति नै तीखो वा मसिनो (High Pitch) सुनिन्छ।

यही भौतिक नियमलाई प्राचीन संगीतशास्त्र (जस्तै: भरतमुनिको **'नाट्यशास्त्र'** र सारङ्गदेवको **'संगीत-रत्नाकर'**) ले हजारौँ वर्ष अगाडि नै ध्वनि तरंगको कम्पन र स्वरको तीखोपनबीचको सम्बन्धलाई सूक्ष्म रूपमा पहिचान गरेको थियो:

- **२२ श्रुतिको विभाजन (The 22 Micro-tones):** प्राचीन संगीतविज्ञहरूले मानव कानले छुट्टै पहिचान गर्न सक्ने स्वरको सूक्ष्म अन्तराललाई **'श्रुति'** भनेका थिए। उनीहरूले संगीतको एक पूर्ण सप्तक [**One Octave:** सा देखि नि सम्मको (सा, रे, ग, म, प, ध, नि) क्षेत्र] लाई गणितीय रूपमा **२२ वटा श्रुति**हरूमा विभाजन गरे। यो विभाजन आधुनिक भौतिक विज्ञानले ध्वनिको आवृत्ति नाप्न प्रयोग गर्ने सूक्ष्म 'फ्रीक्वेन्सी ब्यान्ड' (Frequency Bands) को अवधारणासँग अचम्मसँग मेल खान्छ।
- **कम्पन र स्वरको व्यावहारिक बुझाइ:** प्राचीन संगीत भौतिकी (Musical Acoustics) मा नाद (ध्वनि) लाई उत्पन्न गर्ने स्रोत जस्तै घाँटीको श्वास वा वाद्यवादनको तार (String) को कम्पनसँग सिधै जोडिएको थियो। उनीहरूमा यो स्पष्ट व्यावहारिक ज्ञान थियो कि:
    - **छिटो-छिटो कम्पन (Fast Vibration):** तार वा हावा छिटो कम्पन हुँदा उच्च स्वर (High Pitch: तीखो ध्वनि) निस्कन्छ।
    - **ढिलो कम्पन (Slow Vibration):** तार वा हावा ढिलो कम्पन हुँदा मन्द वा न्यून स्वर (Low Pitch — धोद्रो ध्वनि) निस्कन्छ।

🔍 प्रमाण-आधारित टिप्पणी (Evidence Check)

भौतिक विज्ञानको तुलनात्मक अध्ययनमा वस्तुनिष्ठ दृष्टिकोण राख्न निम्न सीमारेखा बुझ्नुपर्छ:

✓ **जे साँचो र बलियो छ (प्रमाणित तथ्य):** तारको लम्बाइ, तनाव र कम्पनको गतिले स्वरको तीखोपन (Pitch) निर्धारण गर्छ भन्ने संगीत-रत्नाकरको बुझाइ पूर्ण रूपमा **प्रयोगात्मक र वैज्ञानिक** छ। एक सप्तकलाई २२ श्रुतिमा विभाजन गर्नुले प्राचीन समयमै ध्वनि विज्ञान (Acoustics) कति उन्नत थियो भन्ने बलियो प्रमाण दिन्छ।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (प्रमाण होइन):** हामीले के स्पष्ट हुनुपर्छ भने, प्राचीन आचार्यहरूले आवृत्तिको अन्तर्राष्ट्रिय एकाई **'हर्ज' (Hz)** वा प्रतिसेकेन्डको कम्पन सङ्ख्या नाप्ने डिजिटल यन्त्रहरू बनाएका थिएनन्। उनीहरूको मापन श्रवण शक्ति र वाद्यवादनको तारको भौतिक दूरीमा आधारित गुणात्मक अनुभव थियो। प्राचीन प्रतिमानलाई आधुनिक भौतिकीको पूरक प्रेरणाका रूपमा बुझ्नु नै वास्तविक विज्ञान हो।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway):

कम्पन नै स्वरको आधार हो: चाहे आधुनिक भौतिक विज्ञानको $v = f\lambda$ सूत्र होस् वा प्राचीन संगीतशास्त्रको २२ श्रुतिको सिद्धान्त, दुवैले स्विकारेको शाश्वत सत्य एउटै हो, *ध्वनिको तीखोपन (Pitch)*

माध्यमको कम्पन गति (Frequency) मा निर्भर गर्दछ। भौतिक विज्ञानको यो नियम बुझ्न हाम्रा रैथाने संगीतका वाद्यवादनहरू (जस्तै: सारङ्गी र मुर्चुङ्गा) उत्कृष्ट प्रयोगशाला हुन्।

२.७ प्रतिध्वनि र अनुनाद : व्यावहारिक ध्वनि-अभियान्त्रिकी *Echo & Resonance: Practical Acoustic Engineering*

आधुनिक भौतिक विज्ञानले ध्वनिको परावर्तनबाट हुने प्रतिध्वनि (Echo) र कुनै वस्तुको स्वाभाविक आवृत्ति (Natural Frequency) सँग बाह्य कम्पन मिल्दा उत्पन्न हुने महा-कम्पनलाई अनुनाद (Resonance) को रूपमा व्याख्या गर्दछ। प्राचीन कालमा यी दुवै भौतिक नियमहरूको सैद्धान्तिक सूत्रबद्धता नभए पनि, यसको व्यावहारिक र इञ्जिनियरिङ ज्ञान अत्यन्तै उच्च स्तरमा प्रयोग भएको पाइन्छ।

यो व्यावहारिक शिल्प-ज्ञान प्राचीन मन्दिरका गुम्बज, शङ्ख, घण्ट र परम्परागत वाद्यवादनको ध्वनि-संरचनामा प्रत्यक्ष देख्न सकिन्छ:

१. मन्दिरका गुम्बज र प्रतिध्वनि (Domes & Echo System)

व्याहारिक शिल्प: प्राचीन वास्तुशिल्पीहरूले ठूला मन्दिरका भित्री भाग वा गजगुम्बज (Domes) हरू बनाउँदा ध्वनिको परावर्तनलाई विशेष ध्यान दिन्थे। गुम्बजको अर्ध-गोलाकार सतहले ध्वनिलाई केन्द्रित (**Focusing**) र परावर्तित गरेर मधुर गुञ्जन पैदा गर्दथ्यो।

वैज्ञानिक आधार: यो प्राचीन **ध्वनि-अभियान्त्रिकी (Acoustics Engineering)** को उत्कृष्ट उदाहरण हो। कोठाको दूरी र सतहको बनोटलाई यसरी डिजाइन गरिन्थ्यो कि मन्त्रोच्चारण गर्दा ध्वनि लामो समयसम्म गुँजिरहोस् (**Reverberation**), जसले गर्दा वातावरणमा एउटा विशिष्ट गम्भीरता उत्पन्न हुन्थ्यो।

२. शङ्ख, घण्ट र अनुनाद (Bell, Conch & Resonance)

व्याहारिक शिल्प: मन्दिरमा राखिने ठूला घण्टहरू (Bells) र फुकेर बजाइने शङ्खको धातु वा पदार्थको मोटाई र आकार विशिष्ट गणितीय अनुपातमा ढालिन्छ।

वैज्ञानिक आधार: जब घण्टमा प्रहार गरिन्छ, तब धातुका कणहरू आफ्नो स्वाभाविक आवृत्ति (Natural Frequency) मा कम्पन हुन्छन्। घण्टको विशिष्ट गोलाइ र हावाको खण्डबीच **अनुनाद (Resonance)** हुन गई ध्वनिको आयाम (**Amplitude**) अत्यधिक बढ्छ। आयाम बढ्नाले ध्वनि निकै प्रवल र टाढासम्म सुनिने (High Intensity) र लामो समयसम्म झङ्कृत भइरहने हुन्छ।

> 🔍 **प्रमाण-आधारित टिप्पणी (Evidence Check)**
>
> भौतिक विज्ञानको तुलनात्मक अध्ययनमा वस्तुनिष्ठ दृष्टिकोण राख्न निम्न सीमारेखा बुझ्नुपर्छ:
>
> **✓ जे साँचो र बलियो छ (प्रमाणित तथ्य):**

प्राचीन मन्दिर, गुम्बज र घण्टहरूको निर्माणमा ध्वनिको परावर्तन र कम्पनको पूरकतालाई जुन रूपमा उपयोग गरियो, त्यो पूर्ण रूपमा **प्रयोगात्मक ध्वनि-विज्ञान (Applied Acoustics)** मा आधारित थियो। यसमा हाम्रा पुर्खाहरूको भौतिक धातु-विज्ञान र वास्तुकलाको अनुपम गौरव लुकेको छ।

△ जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (प्रमाण होइन):

के स्पष्ट रूपमा बुझ्नुपर्छ भने, प्राचीन शिल्पकारहरूले अनुनादको आधुनिक गणितीय समीकरण वा प्रतिध्वनि सुन्न चाहिने न्यूनतम दूरी ($d = \frac{v \times t}{2} = 17\text{ m}$) को सूत्र लेखेर ती संरचना बनाएका थिएनन्। त्यो उनीहरूको पुस्तान्तरण हुँदै आएको 'व्यावहारिक शिल्प-ज्ञान' (Empirical Craftsmanship) थियो, आधुनिक ध्वनिकीको अमूर्त सिद्धान्त (Theoretical Physics) होइन।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway):

शिल्प र विज्ञानको पूरकता: आधुनिक विज्ञानले जुन नियमलाई गणितीय सूत्रमा ढालेर प्रस्तुत गर्छ, प्राचीन नेपाली तथा पूर्वीय सभ्यताले त्यसलाई कला, संस्कृति र वास्तुकलामा उतारेर व्यावहारिक रूपमा प्रयोग गरिसकेको थियो। मन्दिरको घण्ट बज्दा निस्कने लामो झङ्कार भौतिक विज्ञानको **अनुनाद (Resonance)** नियम बुझ्ने सबैभन्दा जीवन्त रैथाने प्रयोगशाला हो।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

विज्ञान र वैदिक दर्शनको तुलनात्मक अध्ययन गर्दा कुन कुरा प्राचीन तथ्य हो, कुन पछिल्लो व्याख्या हो र कुन विशुद्ध आधुनिक प्रयोगशालाको खोज हो भनी स्पष्ट रूपमा छुट्याउनु अनिवार्य हुन्छ। यस अध्यायको पूर्ण समीक्षा निम्नानुसार छ:

✓ जे साँचो र बलियो छ: प्राचीन बौद्धिक उपलब्धि (Genuine Parallels)

यी अवधारणा र प्रतिमानहरू प्राचीन मूल ग्रन्थहरूमा स्पष्ट रूपमा प्रमाणित र तार्किक रूपमा लिपिबद्ध छन्, जसमा गर्व गर्न सकिन्छ:

- **वीचि-तरङ्ग न्याय र कादम्ब-मुकुल न्याय:** ध्वनिको प्रसारण पानीको छालजस्तै क्रमिक विक्षोभ (तरंग) को रूपमा र चारैतिर गोलाकार रूपमा फैलिन्छ भन्ने न्याय-वैशेषिक दर्शनको अवलोकन।
- **शब्द = आकाशको गुण:** ध्वनि सञ्चारका लागि शून्य वा भौतिक 'अवकाश' (माध्यम) अनिवार्य हुन्छ भन्ने वैशेषिक/साङ्ख्य दर्शनको सिद्धान्त।
- **वाक्का चार स्तर (ऋग्वेद १.१६४.४५):** मानव प्रणालीमा इच्छाको सूक्ष्मतम बीज (परा) देखि मुखबाट निस्कने भौतिक र श्रव्य ध्वनि (वैखरी) सम्मको परिष्कृत भाषा-मनोविज्ञान।
- **श्रुति र नादको सम्बन्ध:** कम्पनको गति र तारको प्रकृतिले ध्वनिको तीखोपन (Pitch/तारत्व) निर्धारण गर्छ भन्ने संगीतशास्त्रको प्रयोगात्मक बुझाइ।
- **सूर्यको तीव्र प्रकाश:** ऋग्वेद (१.५०) मा सूर्यलाई अत्यन्त तीव्र गतिमा प्रकाश फैलाउने ऊर्जाको संवाहक मान्ने खगोलीय अवलोकन।

△ जे पछिल्लो वा व्याख्यात्मक हो: प्रेरणादायी समानता (Later Interpretation)

यी विषयहरू मूल वैदिक मन्त्रहरूमा गणितीय रूपमा छैनन्, बरु पछिल्ला भाष्यकारहरूले वा आधुनिक लेखकहरूले दर्शन र काव्यलाई विज्ञानसँग जोड्न गरेका व्याख्या मात्र हुन्:

- **सायणाचार्यको प्रकाशको गति:** १४औँ शताब्दीको भाष्यमा प्रकाशले आधा निमेषमा २,२०२ योजन पार गर्छ भनिएको अंक; जुन 'योजन' र 'निमेष' का इच्छाधीन मानहरूमा निर्भर रहने हुँदा एक 'अद्भुत ऐतिहासिक संयोग वा जिज्ञासा' हो, वेदले प्रकाशको गति नापेको अकाट्य भौतिक प्रमाण होइन।
- **सात घोडा = VIBGYOR:** ऋग्वेदमा सूर्यका सात घोडा (सप्त हरितः) लाई प्रकाशका सात रङ्गसँग जोड्नु एक सुन्दर काव्यिक प्रेरणा हो। मूल मन्त्रमा न्यूटनको अप्टिक्स वा वर्णक्रम (Spectrum) को भौतिक सूत्र छैन।
- **ॐ = ब्रह्माण्डीय स्ट्रिङ थ्योरी:** ॐ ध्वनिलाई आधुनिक क्वान्टम भौतिकी वा स्ट्रिङ थ्योरीको कम्पनसँग तुलना गर्नु दार्शनिक समानता हो। प्रयोगसिद्ध प्रयोगशाला प्रमाण होइन।

✗ जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो: स्वतन्त्र वैज्ञानिक उपलब्धि (Modern-Only)

यी सिद्धान्त, गणितीय सूत्र र प्रविधिहरू आधुनिक विज्ञानका प्रयोगशालाका अनवरत र स्वतन्त्र खोजहरू हुन्; यिनको कुनै पनि रूप प्राचीन ग्रन्थहरूमा उपलब्ध थिएन:

- **तरंग समीकरण ($v = f\lambda$):** वेग, आवृत्ति र तरंगदैर्ध्य बीचको गणितीय सम्बन्ध र यसका आधुनिक मापनहरू।
- **आवृत्ति-मापन र एकाई (Hz):** ध्वनिको प्रतिसेकेन्ड कम्पन सङ्ख्या नाप्ने प्रविधि र हर्ज (Hz) को गणितीय संरचना।
- **विद्युत्-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम र चिकित्सा प्रविधि:** रेडियो तरंग, एक्स-रे (X-ray Imaging), सीटी स्क्यान (CT Scan) जस्ता त्रिआयामिक चित्र बनाउने भौतिकी र प्रविधि।
- **प्रकाशको वास्तविक एकतर्फी गति (One-Way Speed):** प्रयोगशालामा प्रकाशको एकतर्फी गति नाप्न नसकिने प्राविधिक जटिलता र सन् १९८३ मा विश्वव्यापी सम्झौता (Convention) द्वारा 299,792,458 m/s कायम गरिएको वैज्ञानिक यथार्थ हो। आधुनिक विज्ञानका प्रयोगशालाले मापन गरेको प्रमाणित तथ्य होइन।

💡 अध्याय निष्कर्ष (Core Takeaway)

हामीले यहाँ निर के बुझ्नुपर्छ भने, विज्ञान भनेको अन्तिम र जड सत्य होइन। यो त सत्यको खोजीमा लगातार अघि बढ्ने एउटा उत्तम माध्यम मात्र हो। प्राचीन पूर्वीय चिन्तनले ध्वनि र प्रकाशलाई माध्यममा प्रवाहित हुने 'तरंग र कम्पन' का रूपमा स्पष्ट बुझेको थियो। यो विषय र प्रतिमानको एउटा साँचो अभिसरण (Genuine Convergence) हो। तर आधुनिक तरंग-भौतिकी, गणितीय समीकरण र विद्युत्-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम पूर्ण रूपमा स्वतन्त्र आधुनिक वैज्ञानिक उपलब्धि हुन्। प्राचीन ज्ञानलाई अतार्किक अतिशयोक्ति (Exaggeration) मा नबदली र आधुनिक विज्ञानको ओजलाई कम नगरिकन दुवै बीचको तार्किक सीमारेखा बुझ्नु नै सच्चा विज्ञान-वेद समन्वय र वास्तविक वैज्ञानिक दृष्टिकोण हो।

खण्ड ३: विज्ञान र वेद: तुलनात्मक तालिका *(Science–Veda Matrix)*

आधुनिक अवधारणा	प्राचीन सन्दर्भ	स्रोत	समानताको प्रकार
तरंग = विक्षोभको प्रसार	वीचि-तरंग न्याय (लहर)	न्याय-वैशेषिक	उल्लेखनीय प्रतिमान
ध्वनि सबै दिशामा फैलिन्छ	कदम्ब-मुकुल न्याय	न्याय-वैशेषिक	प्रतिमान-समानता
तरंगलाई माध्यम चाहिन्छ	शब्द = आकाशको गुण	वैशेषिक/सांख्य	दार्शनिक समानता
ध्वनिका स्तर/स्रोत	वाक्का चार स्तर (परा–वैखरी)	ऋग्वेद १.१६४.४५	प्रामाणिक भाषा-दर्शन
आवृत्ति ↔ स्वर	नाद र २२ श्रुति	नाट्यशास्त्र/संगीत-रत्नाकर	प्राचीन ध्वनिकी
प्रकाश तीव्र गतिमा	सूर्य — तीव्र किरण	ऋग्वेद १.५०.४	अवलोकन (गति-अंक: पछिल्लो भाष्य)
v = fλ, EM स्पेक्ट्रम, X-ray	— (कुनै वैदिक रूप छैन)	आधुनिक विज्ञान	वैदिक समानता छैन

खण्ड ४: मुख्य शब्दावली *(Key Terms)*

शब्द (Term)	अर्थ / English
नाद	Nāda — मूल कम्पन/ध्वनि (primordial vibration)
शब्द	Śabda — ध्वनि; आकाशको गुण (quality of ether)
वीचि-तरंग न्याय	Water-ripple model of sound propagation
वाक्का चार स्तर	Para, Paśyantī, Madhyamā, Vaikharī
श्रुति	Śruti — सूक्ष्म स्वर-अन्तराल (microtonal interval)
प्रतिध्वनि / अनुनाद	Echo / Resonance
EM स्पेक्ट्रम	Electromagnetic spectrum (आधुनिक खोज)

खण्ड ५: अभ्यास तथा मूल्याङ्कन *(Exercises & Assessment)*

क) अवधारणा प्रश्न *(Conceptual)*

१. प्राचीन न्याय-वैशेषिक दर्शनमा उल्लेख गरिएको 'वीचि-तरङ्ग न्याय' (Water-ripple maxim) भन्नाले के बुझिन्छ? यो अवधारणा आधुनिक विज्ञानको तरंग सञ्चालन परिप्रेक्ष्यसँग कसरी मेल खान्छ? स्पष्ट पार्नुहोस्।

> ***सङ्केत:*** उत्तर दिँदा पोखरीको शान्त पानीमा ढुङ्गा खसाल्दा बन्ने क्रमिक लहर र हावामा ध्वनिले एक कणबाट अर्को कणमा ऊर्जा सार्दै विक्षोभ (Disturbance) उत्पन्न गर्ने प्रक्रिया बीचको समानता उल्लेख गर्नुहोस्।

२. 'शब्द आकाशको गुण हो' भन्ने प्राचीन वैशेषिक तथा साङ्ख्य दर्शनको मान्यतालाई आधुनिक भौतिक विज्ञानको 'यान्त्रिक तरंग (ध्वनि) लाई फैलिन भौतिक माध्यम चाहिन्छ' भन्ने नियमसँग तुलना गरी तार्किक सम्बन्ध स्थापित गर्नुहोस्।

> ***सङ्केत:*** शून्य वा निर्वात (Vacuum) मा ध्वनि बहन नसक्ने तथ्य (बेल-जार प्रयोग) र प्राचीन तत्वक्रममा 'आकाश' (Space/माध्यम) को अभावमा शब्दको अस्तित्व समाप्त हुने अवधारणा बीचको तादात्म्यता बुझाउनुहोस्।

३. ऋग्वेद (१.१६४.४५) मा वर्णित 'वाक्' (ध्वनि) का चारवटा स्तरहरू के-के हुन्? सूचीकृत गर्नुहोस्। यीमध्ये कुन स्तर मात्र आधुनिक भौतिक विज्ञानले अध्ययन गर्ने 'ध्वनिकी' (Acoustics) को क्षेत्रभित्र पर्दछ र किन?

> ***सङ्केत:*** परा, पश्यन्ती, मध्यमा र वैखरीको परिचय दिनुहोस्; र केवल **वैखरी** नै मुखबाट निस्कने श्रव्य, यान्त्रिक ध्वनि तरंग (आवृत्ति र तरंगदैर्ध्य भएको) हुनाले यो मात्र भौतिक विज्ञानको क्षेत्र हो भनी स्पष्ट पार्नुहोस्।

ख) विवेचनात्मक प्रश्न *(Critical thinking)*

४. १४औँ शताब्दीका भाष्यकार आचार्य सायणले उल्लेख गरेको प्रकाशको गतिको अङ्कलाई आधुनिक भौतिक विज्ञानले 'निर्णायक प्रमाण' (Proof) नभनी 'उल्लेखनीय ऐतिहासिक संयोग वा जिज्ञासा' मात्र किन भनेको हो? कारणसहित समीक्षा गर्नुहोस्।

> ***सङ्केत:*** यो अङ्क वेदको मूल मन्त्रमा नभई मध्यकालीन भाष्यमा हुनु, र 'योजन' एवं 'निमेष' का परम्परागत मानहरू विभिन्न ग्रन्थ अनुसार फरक-फरक (इच्छाधीन) हुने हुनाले यसलाई प्रयोगशालाको स्वतन्त्र मापन मात्र नसकिने वस्तुनिष्ठ तर्क दिनुहोस्।

५. "विज्ञान र वेदको तुलना गर्दा अतिशयोक्तिपूर्ण दाबीहरूबाट बच्न आवश्यक छ।" यस भनाइलाई पुष्टि गर्न पाठ्यपुस्तकको 'प्रमाण-आधारित टिप्पणी' का आधारमा प्राचीन कालको 'प्रमाणित समानता' (Genuine Parallels) र पछिल्लो समयको 'व्याख्यात्मक प्रेरणा' (Later Interpretation) का दुई-दुईवटा उदाहरण दिई वर्गीकरण गर्नुहोस्।

> ***सङ्केत:*** प्रमाणित समानतामा वीचि-तरङ्ग न्याय र शब्द=आकाशको गुण; व्याख्यात्मक प्रेरणामा सात घोडा = VIBGYOR र सायणको प्रकाश गति जस्ता उदाहरण दिएर सीमारेखा प्रष्ट पार्नुहोस्।

ग) अनुप्रयोग *(Application)*

६. जब हामी 'ॐ' (Om) ध्वनिको गहिरो उच्चारण गर्छौं, तब हाम्रो स्वरयन्त्र र वायुमण्डलमा कस्तो प्रकारको तरंग उत्पन्न हुन्छ—अनुप्रस्थ (Transverse) कि अनुदैर्ध्य (Longitudinal)? यस तरंगका भौतिक राशिहरू (आवृत्ति र आयाम) लाई मानव शरीरको जैविक कम्पनसँग जोडेर व्याख्या गर्नुहोस्।

> *सङ्केत:* हावाका कणहरू तरंग सञ्चालनको दिशामा समानान्तर कम्पन भई सङ्कनन र विरलन बन्ने हुनाले यो **अनुदैर्ध्य ध्वनि तरंग** हो भनी प्रष्ट पार्दै यसको निश्चित आवृत्ति (f) र आयाम (A) हुने तथ्य लेख्नुहोस्।

७. [परियोजना कार्य] विद्यालय नजिकैको कुनै पोखरी वा पानी जमेको खाल्डोमा एउटा सानो ढुङ्गा खसाल्नुहोस्। त्यहाँ उत्पन्न हुने लहरको निरीक्षण गरी 'वीचि-तरङ्ग न्याय' को प्रत्यक्ष प्रदर्शन गर्नुहोस्। पानीमा तैरिरहेको सुख्खा पात वा कागजको टुक्राको गतिलाई हेरेर "तरंगले ऊर्जा मात्र बोक्छ, पदार्थ सार्दैन" भन्ने आधुनिक भौतिकीको नियम कसरी सिद्ध हुन्छ, प्रतिवेदन तयार पार्नुहोस्।

सङ्केत: ढुङ्गाले दिएको ऊर्जा पानीको सतहमा छाल बनेर किनारसम्म पुग्छ, तर पात आफ्नै ठाउँमा तल-माथि मात्र गर्छ (माध्यम सग्लो रहन्छ) भन्ने प्रयोगात्मक निष्कर्ष निकाल्नुहोस्।

मूल पाठ र सोच्नै पर्ने कुरा *Core Takeaway & Action Task*

विद्यार्थीका लागि मूल पाठ *Core Takeaway*

आधुनिक भौतिकशास्त्रले तरंग **कसरी** व्यवहार गर्छ र त्यसको गणित ($v = f\lambda$) **के** हो भन्ने सटीक सिकाउँछ। प्राचीन चिन्तनले ध्वनि/प्रकाशको **प्रकृति र प्रसार** लाई लहर/कम्पनको अन्तर्दृष्टिपूर्ण प्रतिमानमा बुझेको थियो।

दुवैको दिशा एउटै हो: ध्वनि र प्रकाश माध्यम/आकाशमा फैलिने कम्पन/तरंग हुन्। विज्ञानले नाप्छ र सूत्रबद्ध गर्छ; परम्पराले प्रतिमान र अर्थ दियो। **इमानदार समन्वय:** जहाँ विज्ञान घटाइँदैन, परम्परा अतिरञ्जित गरिँदैन, नै पूर्ण शिक्षा हो।

सोच्नै पर्ने कुरा (Action Task): पोखरीको शान्त पानीमा ढुङ्गा खसाल्दा लहर किनारसम्म पुग्छ, तर पानीमा राखेको पात आफ्नै ठाउँमा तल-माथि मात्र गर्छ। **तरंगले ऊर्जा सार्छ, पदार्थ होइन।** ठ्याक्कै यही लहरको विम्बलाई प्राचीन **वीचि-तरंग न्याय** ले ध्वनि-प्रसार बुझाउन प्रयोग गरेको थियो। अर्को पटक ढुङ्गा फाल्दा हजारौँ वर्षअघि यही लहरमा ध्वनिको रहस्य खोज्ने ती प्राचीन विचारकहरूलाई सम्झनुहोस्।

कक्षा ९ • अध्याय ११

विद्युत

Electricity

यस अध्यायमा ***In this chapter***

- विद्युत् धारा, विभवान्तर (EMF) र प्रतिरोध परिभाषित गर्ने
- ओमको नियम (V = IR) र प्रतिरोधको सूत्र (R = ρl/A) प्रयोग गर्ने
- चालक, अर्धचालक र कुचालक छुट्याउने
- विद्युतीय शक्ति (P = VI) र व्यावसायिक एकाइ (kWh) गणना गर्ने;
- श्रेणी र समानान्तर परिपथ बुझ्ने

१ आधुनिक विज्ञानको व्याख्या — विद्युत् (Modern Science: Electricity)

१.१ विद्युत् धारा, विभवान्तर र विद्युत्-वाहक बल

(Current, Potential Difference & EMF)

भौतिक विज्ञानमा विद्युत् परिपथ (Circuit) को अध्ययन गर्न निम्न तीनवटा आधारभूत राशिहरू बुझ्नु अनिवार्य हुन्छ:

- **विद्युत् धारा (Electric Current — I):** कुनै पनि चालक तार (Conductor) को अनुप्रस्थ काट (**Cross-section**) बाट प्रतिसेकेन्ड वा एकाई समयमा प्रवाह हुने विद्युत् आवेश (Electric Charge) को दरलाई विद्युत् धारा भनिन्छ। यसको अन्तर्राष्ट्रिय (SI) एकाई **एम्पियर** (A) हो। सूत्र: $I = \frac{Q}{t}$।
- **विभवान्तर (Potential Difference — V):** विद्युत् परिपथका कुनै दुई बिन्दुहरूबीच एकाई धनात्मक आवेश (Unit Positive Charge) लाई एक स्थानबाट अर्को स्थानसम्म सार्नका लागि गरिने कार्यलाई विभवान्तर भनिन्छ। यसको एकाई **भोल्ट** (V) हो। सूत्र: $V = \frac{W}{Q}$।
- **विद्युत्-वाहक बल (Electromotive Force — EMF):** विद्युत् को स्रोतले (जस्तै: सेल वा ब्याट्री) सिङ्गो परिपथमा आवेशलाई निरन्तर हिँडाउन वा प्रवाह गराउनका लागि प्रदान गर्ने कुल ऊर्जालाई विद्युत्-वाहक बल भनिन्छ। यसको एकाई पनि **भोल्ट** (V) नै हो।

१.२ प्रतिरोध र ओमको नियम *(Resistance & Ohm's Law)*

- **प्रतिरोध (Resistance — R):** चालक तारबाट विद्युत् धारा बग्ने क्रममा उक्त चालकका परमाणुहरूले धाराको बहावमा पैदा गर्ने अवरोध (Obstruction) लाई प्रतिरोध भनिन्छ। यसको एकाई **ओम** (Ω) हो।

- **धातुको प्रतिरोध निर्धारण गर्ने कारकहरू:** कुनै पनि धातुको तारको प्रतिरोध मुख्यतया चारवटा कुरामा निर्भर गर्दछ:

  1. **तारको लम्बाइ (l):** प्रतिरोध तारको लम्बाइसँग समानुपातिक हुन्छ ($R \propto l$); अर्थात् तार जति लामो हुन्छ, प्रतिरोध त्यति नै बढी हुन्छ।

2. **अनुप्रस्थ काटको क्षेत्रफल (A):** प्रतिरोध तारको मोटोपन वा क्षेत्रफलसँग व्युत्क्रमानुपातिक हुन्छ ($R \propto \frac{1}{A}$); अर्थात् तार जति मोटो हुन्छ, प्रतिरोध त्यति नै कम हुन्छ।

3. **पदार्थको प्रकृति:** फरक-फरक धातुको आन्तरिक परमाणु संरचना अनुसार प्रतिरोध फरक हुन्छ, जसलाई विशिष्ट प्रतिरोध (**Resistivity** — ρ) भनिन्छ।

4. **तापक्रम:** धातुको तापक्रम बढ्दा त्यहाँका परमाणुहरूको कम्पन बढ्ने हुनाले प्रतिरोध पनि बढ्छ।

🧮 मुख्य सूत्रहरू (Key Formulas)

विद्युत् खण्डका गणितीय समस्याहरू हल गर्नका लागि प्रयोग हुने मुख्य सूत्रहरू निम्नानुसार छन्:

- **ओमको नियम (Ohm's Law):** स्थिर तापक्रममा चालकबाट बग्ने विद्युत् धारा त्यसको दुई छेउबीचको विभवान्तरसँग समानुपातिक हुन्छ।
$$\mathbf{V = I \cdot R}$$
- **प्रतिरोधको सूत्र:**
$$\mathbf{R = \rho \frac{l}{A}}$$
- **विद्युत् शक्ति (Electric Power — P):**
$$\mathbf{P = V \cdot I = I^2 R = \frac{V^2}{R}}$$
- **विद्युत् ऊर्जा (Electric Energy — E):**
$\mathbf{E = P \cdot t}$ (व्याव्यावसायिक एकाई: किलोवाट-घण्टा वा kWh / युनिट)

१.३ चालक, अर्धचालक र कुचालक *(Conductors, Semiconductors & Insulators)*

विद्युत् प्रवाह गर्न सक्ने क्षमता (Conductivity) का आधारमा पदार्थहरूलाई तीन भागमा वर्गीकरण गरिन्छ:

- **चालक (Conductor):** यस्ता पदार्थहरूमा प्रशस्त मात्रामा स्वतन्त्र इलेक्ट्रोन (Free Electrons) हुने भएकाले विद्युत् धारा सजिलै बग्दछ। (जस्तै: तामा, चाँदी, आल्मुनियम)।
- **कुचालक (Insulator):** यस्ता पदार्थहरूमा स्वतन्त्र इलेक्ट्रोन नहुने हुनाले विद्युत् धारा प्रवाहित हुन सक्दैन। (जस्तै: रबर, काँच, प्लास्टिक, सुकेको काठ)।
- **अर्धचालक (Semiconductor):** सामान्य अवस्थामा यिनको विद्युत् चालकता कुचालक जस्तै हुन्छ, तर तापक्रम बढाउँदा वा अशुद्धि मिसाउँदा यिनीहरू चालक बन्दछन्। (जस्तै: सिलिकन, जर्मेनियम)। ***नोट:*** *यिनै अर्धचालकहरू नै आजको आधुनिक इलेक्ट्रोनिक्स, कम्प्युटर चिप, डायोड र ट्रान्जिस्टरका मुख्य आधार हुन्।*

१.४ विद्युत् धाराका प्रभावहरू *(Effects of Electric Current)*

परिपथबाट विद्युत् बग्दा ऊर्जा विभिन्न रूपमा रूपान्तरित हुन्छ, जसलाई विद्युत्का प्रभावहरू भनिन्छ:

- **तापीय प्रभाव (Heating Effect):** उच्च प्रतिरोध भएको तारबाट धारा बग्दा विद्युत् ऊर्जा ताप ऊर्जामा बदलिन्छ (जस्तै: इलेक्ट्रिक हिटर, आइरन/इस्त्री, गिज्जर, बल्बको टङ्स्टन फिलामेन्ट)।
- **प्रकाशीय प्रभाव (Lighting Effect):** फिलामेन्ट वा ग्याँस डिस्चार्ज मल्टिप्लिकेसन मार्फत विद्युत् ऊर्जा प्रकाशमा परिणत हुनु (जस्तै: LED बल्ब, फ्लोरेसेन्ट ल्याम्प)।
- **चुम्बकीय प्रभाव (Magnetic Effect):** कुनै पनि चालक तारबाट विद्युत् बग्दा त्यसको वरिपरि चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic Field) उत्पन्न हुन्छ (जस्तै: विद्युत्-चुम्बक वा Electro-magnet, इलेक्ट्रिक घण्टी, मोटर)।
- **रासायनिक प्रभाव (Chemical Effect):** अम्लीय घोलबाट विद्युत् पठाउँदा रासायनिक प्रतिक्रिया हुनु (जस्तै: विद्युत्-अपघटन वा Electrolysis, धातुमा लेप लगाउने प्रविधि वा Electroplating)।

१.५ परिपथका संयोजनहरू *(Series & Parallel Circuits)*

परिपथमा एकभन्दा बढी प्रतिरोध वा उपकरणहरूलाई दुई तरिकाले जोड्न सकिन्छ:

क) श्रेणीकरण संयोजन (Series Circuit)

- प्रतिरोधहरूलाई एउटाको अन्तिम छेउ अर्कोको सुरुको छेउ गरी लहरै जोडिने परिपथ।
- **कुल प्रतिरोध:** $R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots$ (यसमा प्रतिरोध जोडिँदै जाने हुनाले कुल प्रतिरोध उच्च हुन्छ)।
- **विशेषता:** परिपथका सबै उपकरणहरूमा **एउटै विद्युत् धारा (I)** बग्दछ, तर विभवान्तर (V) बाँडिन्छ।

ख) समानान्तर संयोजन (Parallel Circuit)

- सबै प्रतिरोधहरूको सुरुको छेउ एउटा साझा बिन्दुमा र अन्तिम छेउ अर्को साझा बिन्दुमा जोडिने परिपथ।
- **कुल प्रतिरोध:** $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots$ (यसमा कुल प्रतिरोधको मान व्यक्तिगत प्रतिरोधभन्दा पनि कम हुन्छ)।
- **विशेषता:** प्रत्येक शाखा वा उपकरणमा **विभवान्तर (V) बराबर** हुन्छ, तर धारा (I) बाँडिन्छ।
- **व्यावहारिक प्रयोग:** हाम्रा घरायसी बत्ती तथा उपकरणहरू सधैँ समानान्तर संयोजनमा जोडिन्छन्, ताकि एउटा उपकरण बिग्रिए वा स्विच बन्द गरे पनि अन्य उपकरणहरूको परिपथ नभत्कियोस् र तिनीहरू निरन्तर चलिरहून्।

📝 हल गरिएको उदाहरण (Worked Example)

प्रश्न: एउटा घरमा 1000 W (1 kW) क्षमता भएको इलेक्ट्रिक हिटर दैनिक ३ घण्टाका दरले जम्मा ३० दिनसम्म प्रयोग गरिन्छ। यदि विद्युत् प्राधिकरणको महसुल दर प्रति एकाई (kWh) रु. १० छ भने, उक्त हिटरले खपत गरेको कुल विद्युत् ऊर्जा र महसुल शुल्क गणना गर्नुहोस्।

हल (Solution): यहाँ,

- हिटरको शक्ति (P) = 1000 W = 1 kW
- दैनिक समय = ३ घण्टा

- जम्मा दिन = ३० दिन
- कुल समय (t) = $3 \times 30 = 90$ घण्टा
- प्रति युनिट दर = रु. १०

विद्युत् ऊर्जाको सूत्र अनुसार,

$$\textbf{ऊर्जा } (E) = \textbf{शक्ति } (P) \times \textbf{समय } (t)$$

$$E = 1 \text{ kW} \times 90 \text{ घण्टा}$$

E = 90 kWh (अथवा ९० युनिट)
अब, कुल शुल्क गणना गर्दा:

$$\textbf{कुल शुल्क} = \textbf{कुल युनिट} \times \textbf{प्रति युनिट दर}$$

$$\text{कुल शुल्क} = 90 \times 10 = \text{रु. ९००}$$

उत्तर: उक्त हिटरले जम्मा 90 kWh ऊर्जा खपत गर्दछ र त्यसको कुल विद्युत् महसुल शुल्क **रु. ९००** हुन्छ।

विद्युत् — वैदिक दृष्टि

Electricity — The Vedic View

आधुनिक विज्ञानले विद्युत् (Electricity) लाई धारा (Current), विभवान्तर (Potential Difference) र प्रतिरोध (Resistance) का रूपमा नाप्नु भन्दा हजारौँ वर्षअघि नै वैदिक ऋषिहरूले प्रकृतिको सबैभन्दा शक्तिशाली विद्युतीय परिघटना "**बिजुली/चट्याङ (Lightning)**" लाई ध्यानपूर्वक अवलोकन (Observation) गरेका थिए, र चुम्बकत्व (Magnetism) को व्यावहारिक ज्ञान (Practical Knowledge) समेत राख्थे। रोचक कुरा त के भने, आजको 'विद्युत्' शब्द नै वेदको बिजुलीबोधक शब्दबाट आएको हो। वैदिक परम्परामा **अग्नि** र **विद्युत् (वैद्युत/अशनि - आकाशको बिजुली)** दुवैलाई तेजस्वी शक्तिका रूपमा हेरिएको छ।

ऋग्वेदको पहिलो ऋचाले अग्निलाई ऊर्जा र तेजको स्रोत मान्छ:

> ***अग्निमीळे पुरोहितं यज्ञस्य देवमृत्विजम् ।***
> ***होतारं रत्नधातमम् ॥***
> *— ऋग्वेद १.१.१*

प्राचीन ग्रन्थहरूमा आकाशको बिजुली (अशनि) र अग्निको तेजलाई शक्तिशाली प्राकृतिक घटनाका रूपमा वर्णन गरिएको छ। आधुनिक विज्ञानले बिजुलीलाई बादलमा हुने आवेश-पृथक्करण (charge separation) र त्यसपछिको विद्युत्-विसर्जन (discharge) का रूपमा व्याख्या गर्छ। यो विशाल पैमानाको विद्युतीय घटना हो। वैदिक दृष्टिले यी शक्तिप्रति श्रद्धा र अवलोकन देखाउँछ। आधुनिक विज्ञानले तिनको मापन र नियम (ओमको नियम, आवेशको प्रवाह) दिन्छ।

२ सम्बन्धित वैदिक/प्राचीन सन्दर्भ *(Vedic Reference)*

२.१ 'विद्युत्' शब्द नै बिजुली हो *The word 'vidyut' means lightning*

'विद्युत्' (Vidyut) शब्द **वि + √द्युत्** ('चम्कनु/झल्कनु', to flash/shine) बाट बनेको हो। जसको शाब्दिक अर्थ **'झलझल चम्कने' अर्थात् बिजुली (Lightning)** हो। यही प्राचीन शब्द आज **विद्युत् (Electricity)** का रूपमा प्रयोग हुन्छ। अर्थात् आधुनिक 'विद्युत्' शब्दको जरा (root) नै वैदिक बिजुली बोधक शब्दमा छ।

अथर्ववेदमा बिजुली (Lightning) र गर्जन (Thunder) लाई प्रत्यक्ष सम्बोधन गरिएको छ:

> ***नमस्ते अस्तु विद्युते नमस्ते स्तनयित्नवे ।***
>
> **— अथर्ववेद १.१३.१**

भाव (Meaning): "हे बिजुली (Vidyut / Lightning), तिमीलाई नमस्कार! हे गर्जन (Stanayitnu / Thunder), तिमीलाई नमस्कार!" यहाँ बिजुली र गर्जनलाई एकसाथ सम्बोधन गरिनुले प्राचीन अवलोकनको सूक्ष्मता (keen observation) देखाउँछ। चट्याङमा पहिले चमक (Flash) र पछि आवाज (Sound) आउने कुरा तिनले नियालेका थिए।

२.२ वज्र/अशनि: आकाशीय विद्युत् *Vajra — atmospheric electricity*

वैदिक परम्परामा देवराज इन्द्र (Indra) को मुख्य अस्त्र **वज्र (Vajra - Thunderbolt)** हो, जसले आकाशमा प्रहार गर्दा उज्यालो (Light), ताप (Heat) र प्रचण्ड आवाज (Sound) उत्पन्न हुन्छ। ऋग्वेदको प्रसिद्ध ऋचामा इन्द्रलाई 'वज्रधारी' (wielder of the thunderbolt) भनिएको छ:

> ***इन्द्रस्य नु वीर्याणि प्र वोचं***
>
> ***यानि चकार प्रथमानि वज्री ॥***
>
> **— ऋग्वेद १.३२.१**

भाव (Meaning): "वज्रधारी (Vajrī / thunderbolt-bearer) इन्द्रले गरेका पराक्रमहरू म वर्णन गर्छु...।" बिजुली (Lightning) को यो देवीकरण (personification) एक सांस्कृतिक-काव्यिक भाव हो। तर यसको पछाडि आकाशीय विद्युत् (atmospheric electricity) प्रतिको गहिरो अवलोकन लुकेको छ। संस्कृतमा बिजुलीका अनेक पर्यायवाची शब्द छन्। **तडित् (Taḍit), सौदामिनी (Saudāminī), अशनि (Aśani), विद्युत् (Vidyut)** । जसले यस परिघटनाप्रति तिनको सूक्ष्म ध्यान झल्काउँछ।

२.३ अयस्कान्त - चुम्बकत्व र आकर्षण *The lodestone — magnetism*

विद्युत् (Electricity) र चुम्बकत्व (Magnetism) आधुनिक विज्ञानमा एउटै परिघटनाका दुई पक्ष (two aspects of one phenomenon — electromagnetism) हुन्। प्राचीन समयमा चुम्बकको ज्ञान थियो। चुम्बकलाई **अयस्कान्त (Ayaskānta)** भनिन्थ्यो। जसको अर्थ **'फलामको प्रेमी' (iron-lover)** हो। किनकि यसले फलाम (iron) लाई आफूतिर तान्छ (attracts)। शल्यचिकित्सक सुश्रुत (Suśruta) ले

शरीरमा गडेको फलामको टुक्रा (iron splinter) निकाल्न अयस्कान्त (magnet) प्रयोग गर्ने विधि उल्लेख गरेका छन्।

यो चुम्बकीय आकर्षण (magnetic attraction) को प्रत्यक्ष, व्यावहारिक प्रयोग (practical application) हो । जुन आधुनिक विज्ञानको 'विद्युत् धाराको चुम्बकीय प्रभाव' (magnetic effect of electric current) सँग विषयगत रूपमा जोडिन्छ।

२.४ अगस्त्य संहिता *Agastya Saṃhitā*

'अगस्त्य संहिता' (Agastya Saṃhitā) ग्रन्थमा तामा (copper), जिंक (zinc) र कपर-सल्फेट (copper sulphate) प्रयोग गरी **'मित्रावरुण शक्ति' (mitrā-varuṇa power)** अर्थात् विद्युत् (electricity) उत्पन्न गर्ने विधिको वर्णन रहेको छ। जुन आजको विद्युतीय सेल / ब्याट्री (electric cell / battery) सँग मिल्दो जुल्दो देखिन्छ।

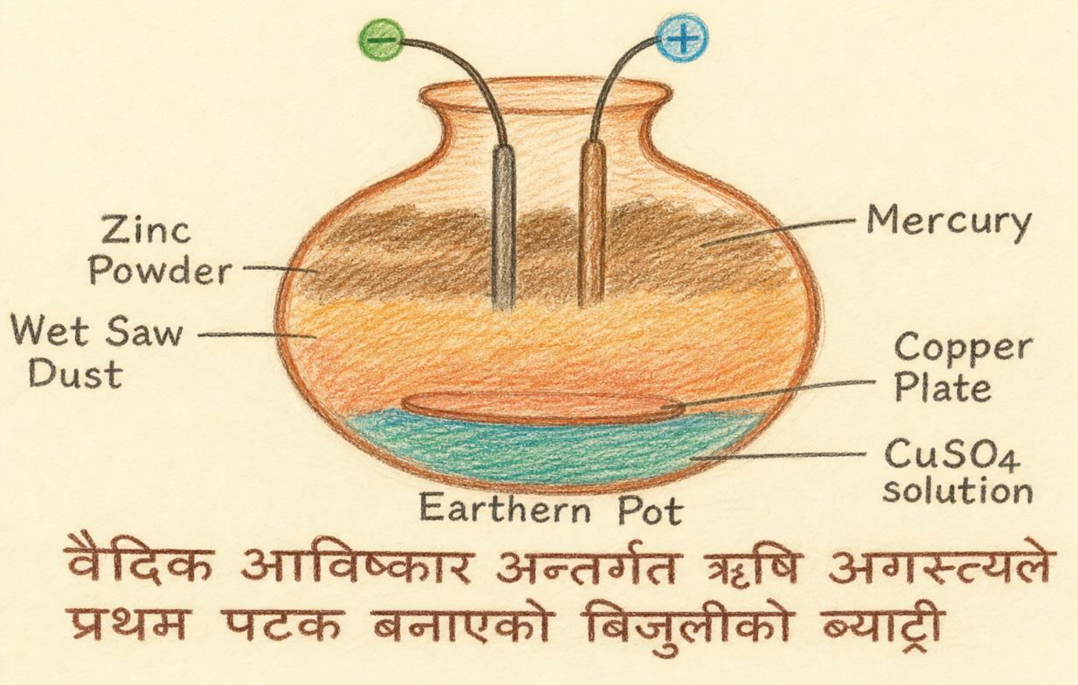
आविष्कारक ऋषि अगस्त्य

ऋषि अगस्त्य जसले प्रथम पटक बिजुली तथा ब्याट्री आविष्कार गरी प्रयोगमा ल्याएका थिए। हाम्रा परम्परागत अन्य आविष्कार जस्तै यसको आविष्कारकको जस अरू कसैले आजको दिनसम्म पनि लिँदै छ।

ऋषि अगस्त्यको बिजुलीको आविष्कार

संस्थाप्य मृण्मये पात्रे ताम्रपत्रं सुसंस्कृतम्।
छादयेच्छि खिग्रीवेन चार्दाभि: काष्ठापांसुभि:॥
दस्तालोष्टो निधात्वय: पारदाच्छादितस्तत:।
संयोगाज्जायते तेजो मित्रावरुणसंज्ञितम्॥

(अगस्त्य संहिता)



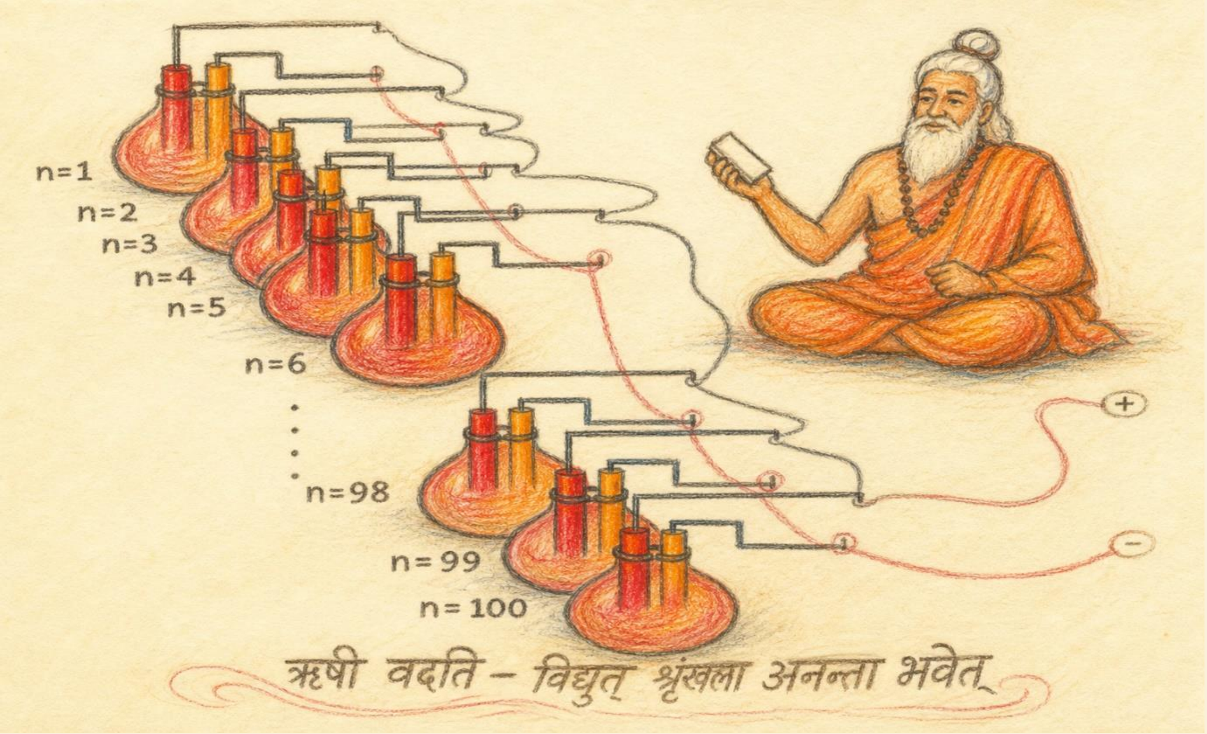
शब्दार्थ (Loose Translation)
ताम्रपत्रं = Copper Sheet
मित्रा = Cathode
वरुण = Anode
शिखिग्रीवा = Coppersulfate
दस्तलोष्ट = Zinc
मित्रावरुणशक्ति = Electricity
आच्छादित दस्त लोष्ट= Mercury -amalgamated zinc sheet

भावार्थ: एउटा माटोको भाँडा लिनु । त्यसमा राम्रो सँग सफा गरिएको ताम्रपत्र (कपर–प्लेट) लिनु। माटोको भाँडामा राखिएको उक्त ताम्रपत्रलाई पहिला शिखिग्रीवा(अर्थात् कपर–सल्फेट) ले ढाक्नु। त्यो माथि चिसो काठको धुलोले ढाक्नु। पोलराइजेसन हुनबाट रोक्न उक्त धुलोमाथि आच्छादित दस्त लोस्ट अथवा मर्करी एमाल्गमेटेड जिंक सिट राख्नु। त्यसपछि जब उक्त दुई ताम्रपत्रलाई संयोगमार्फत मतलब तारद्वारा जब जोडिन्छ, त्यसले मित्रावरुण शक्ति मतलब बिजुलीको उत्पादन हुन्छ।

ऋषि अगस्त्यको ब्याट्रीको आविष्कार

अनेन जलभंगोस्ति प्राणो दानेषु वायुषु।
एवं शतानां कुंभानांसंयोगकार्यकृत्स्मृतः।।
(अगस्त्य संहिता)

भावार्थ: जब हामी १०० वटा (सौ) माटोको भाँडोको बिजुली (कुम्भों) को शक्ति पानीमा प्रयोग गर्छौं भने पानीले आफ्नो स्वरूप परिवर्तन गरी प्राणवायु (अक्सिजन) र उदान वायुमा (हाइड्रोजन) परिवर्तन गर्छ।



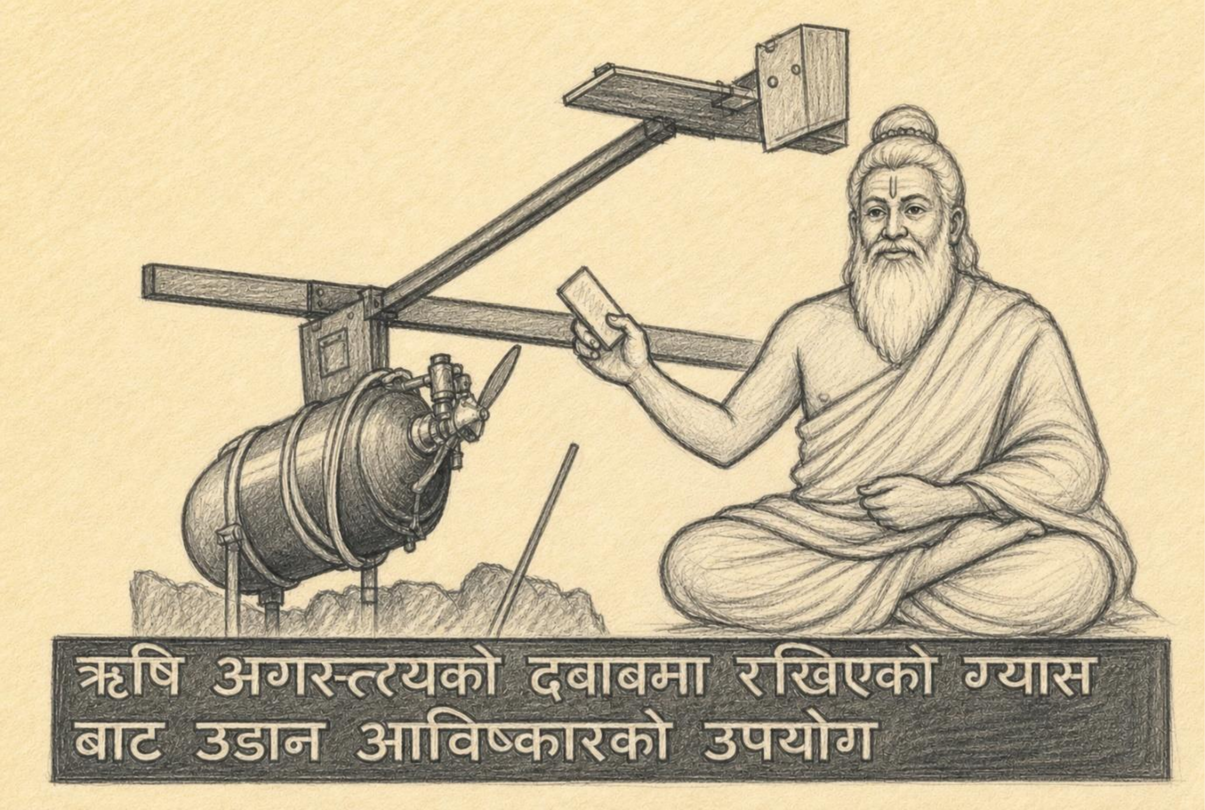
ऋषि अगस्त्यको आविष्कार: एयरोडायनामिक्स

(कुनै वस्तु वरिपरि कसरी हावा बहन्छ वा जहाज कसरी उड्न सक्छ)

वायुबन्धकवस्त्रेण निबद्धो यानमस्तके उदान स्वलघुत्वे
बिभर्त्याकाशयानकम्।
(अगस्त्य संहिता शिल्प शास्त्र)

भावार्थ: यदि उदानवायु (हाइड्रोजन) लाई एयर टाइट (उच्च प्रेसरमा बन्द गर्नु) वस्त्र (कन्टेनर) भित्र कैद गरियो भने यसलाई विमान विद्या अथवा एयरो–डायनामिक्समा उपयोग गर्न सकिन्छ।

व्याख्या: यो सूत्रले उच्च दबाबमा रहने ग्यासहरूलाई विमान विद्यामा उपयोग गर्न सकिने सूत्र दिएको छ। यो सूत्रले हाम्रा परम्परागत ज्ञानमा विमान सञ्चालनको प्रविधिको समावेश रहेको पुष्टि गर्छ।



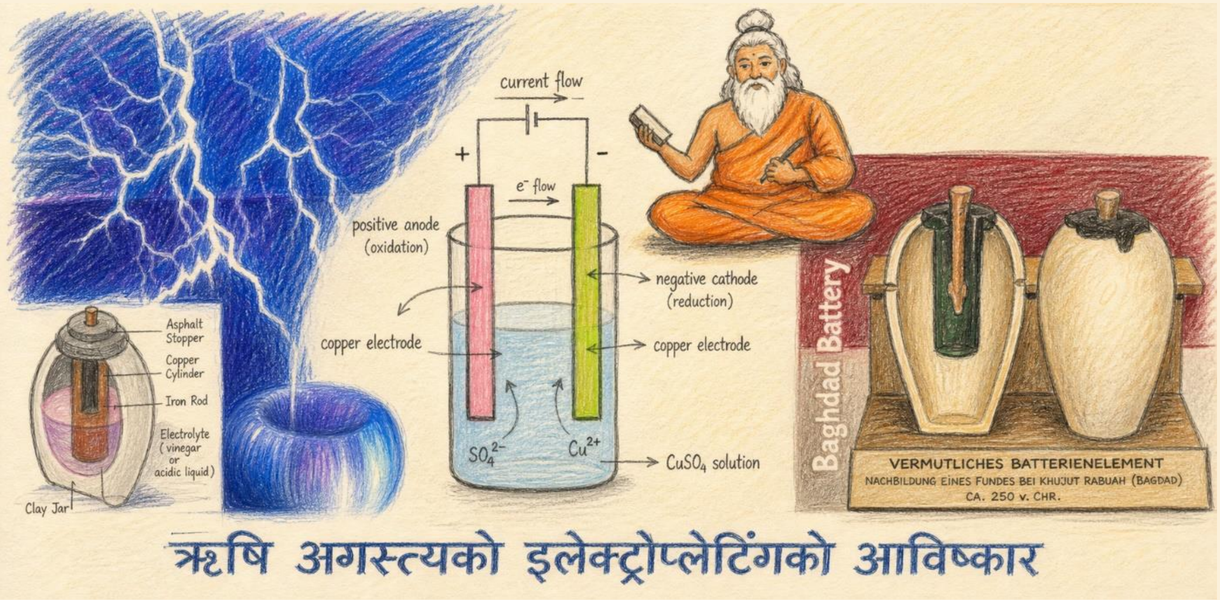
ऋषि अगस्त्यको आविष्कार: शुक्र नीति
(इलेक्ट्रोप्लेटिङको आविष्कार)

कृत्रिमस्वर्णरजतलेपः सत्कृतिरुच्यते
(शुक्र नीति)

व्याख्या: शुक्र नीति अनुसार आज हामीले इलेक्ट्रोप्लेटिङ भनिने शब्दलाई संस्कृतमा कृत्रिमस्वर्णरजतलेपः भनिएको छ ।

यवक्षारमयोधानौ सुशक्तजलसन्निधो।।
आच्छादयति तत्ताम्रं स्वर्णेन रजतेन वा।
सुवर्णलिप्तं तत्ताम्रं शातकुंभमिति स्मृतम्।।
(अगस्त्यसंहिता)

भावार्थ: फलामको भाँडामा रहेको कडा एसिडको घोलको (सुशक्त जल) भित्र राखिएको तामाको सान्निध्य राखिएको सुन वा चाँदीको नाइट्रेट (यवक्षार ताम्र) ले स्वर्ण (सुनौला) वा रजत (चाँदी) युक्त जलप (आच्छादित) गरिदिन्छ।



आजभन्दा ४००० देखि ५००० वर्ष पहिले वैदिक वैज्ञानिकका रूपमा ऋषि अगस्त्य जस्तै थुप्रै हाम्रा ऋषिले विज्ञानको क्षेत्रका आविष्कारका विविध सिद्धान्त तथा उपलब्धि वेदका श्रुतिहरूमा भेटिन्छन्।
[Note: All images are symbolic.]

ऋषि कणादको 'वैशेषिक सूत्र' को **पाँचौ अध्याय, पहिलो आह्निकको १५औं सूत्र (५.१.१५)** मा "कुनै बाह्य दृश्य बल बिना नै फलाम चुम्बकतिर आकर्षित हुनुको पछाडि एउटा अदृश्य शक्ति (अदृष्ट) ले काम गरेको हुन्छ" भनि चर्चा गरेका छन्।

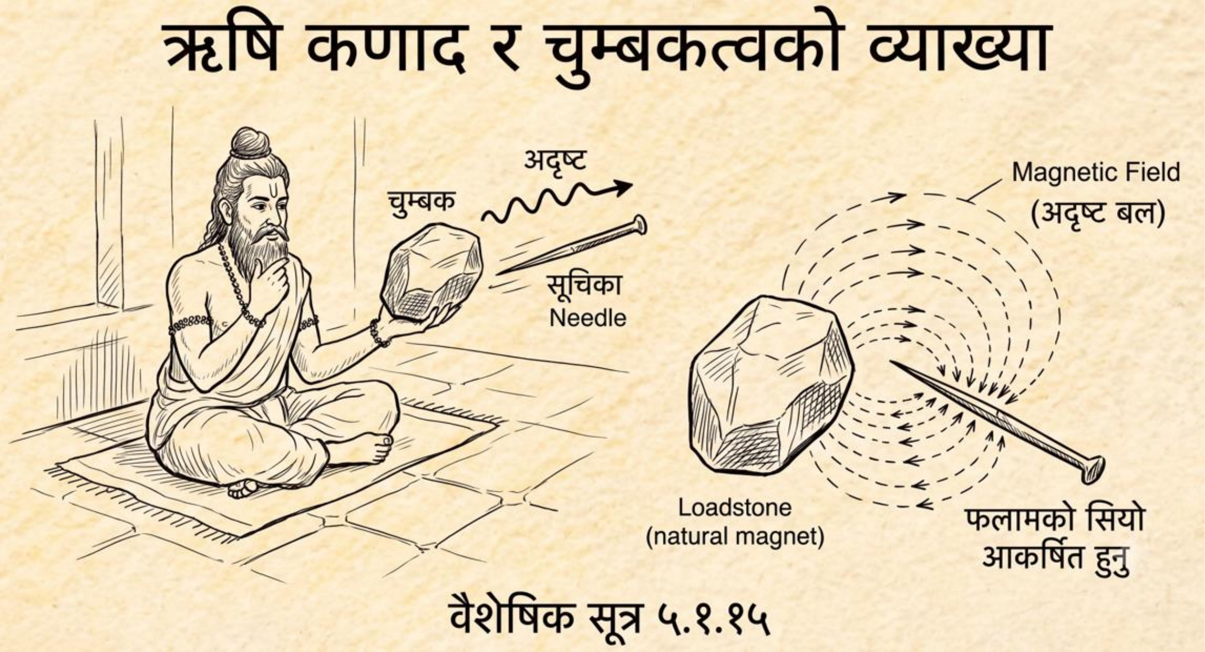
उक्त मूल ऋचा (Sutra) र त्यसको विस्तृत व्याख्या तल प्रस्तुत गरिएको छ:
मूल ऋचा (Sutra)

मणिगमनंसूच्यभिसर्पणमदृष्टकारणम्॥५.१.१५॥

शब्दार्थ (Word-by-Word Meaning)

मणिगमनं (Mani-gamanam): मणिको गति वा चम्किलो धातु/रत्नको चाल।

सूच्यभिसर्पणम् (Suci-abhisarpanam): सूचिका (फलामको सियो) को आकर्षित हुनु वा अघि बढ्नु।
अदृष्टकारणम् (Adrishta-karanam): अदृष्ट (नदेखिने वा अज्ञात शक्ति) नै यसको कारण हो।



विस्तृत व्याख्या र वैज्ञानिक सान्दर्भिकता
ऋषि कणादले यस सूत्रात्मक ऋचामा प्रकृतिका दुईवटा यस्ता घटनाहरूको व्याख्या गरेका छन्, जहाँ कुनै बाह्य भौतिक बल (जस्तै: धक्का दिने वा तान्ने हात) देखिँदैन, तर पनि गति (Motion) उत्पन्न हुन्छ।

१. सूच्यभिसर्पणम् (फलाम र चुम्बकको आकर्षण): यो सूत्रको सबैभन्दा महत्त्वपूर्ण वैज्ञानिक पक्ष हो। कणादले अवलोकन गरे कि जब फलामको सियोलाई एउटा विशेष ढुङ्गा (Loadstone वा चुम्बक) को नजिक ल्याइन्छ, तब त्यो सियो आफैं चुम्बकतिर तानिन्छ। दुई वस्तुको बीचमा हावा बाहेक केही देखिँदैन, तैपनि त्यहाँ गति उत्पन्न भइरहेको हुन्छ।

२. अदृष्ट (The Invisible Force): प्राचीन समयमा आधुनिक वैज्ञानिक शब्दावलीहरू नभएकाले ऋषि कणादले यो नदेखिने अदृश्य शक्तिलाई **'अदृष्ट'** (Adrishta) शब्दले परिभाषित गरे। भौतिक विज्ञानको दृष्टिकोणबाट हेर्दा, कणादले संकेत गरेको यो 'अदृष्ट' शक्ति नै आजको आधुनिक विज्ञानमा **चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic Field)** र **चुम्बकीय बल (Magnetic Force)** हो।

कणादको वैशेषिक दर्शन पूर्ण रूपमा परमाणुवाद (Atomism) र भौतिक नियमहरूमा आधारित छ। यस ऋचामार्फत उनले संसारलाई यो बुझाएका छन् कि ब्रह्माण्डमा केही यस्ता अदृश्य ऊर्जाहरू र बलहरू पनि विद्यमान छन्, जसलाई आँखाले सिधै देख्न नसकिए पनि तिनीहरूको प्रभाव भौतिक वस्तुहरूको गतिमा स्पष्ट रूपमा देखिन्छ।

३ विज्ञान र वेद — विश्लेषण *(Science–Veda Analysis)*

वैदिक 'विद्युत्' (बिजुली/Lightning) र आधुनिक 'विद्युत्' (Electricity) बीचको सम्बन्ध केवल शब्दको होइन, परिघटनाको (of the phenomenon itself) पनि हो। आधुनिक विज्ञानले प्रमाणित गरेको छ

बिजुली/चट्याङ (Lightning) वास्तवमै स्थिर विद्युत्को निस्सरण (discharge of static electricity) हो। बादलका कणहरू घर्षण (friction) ले धनात्मक (positive) र ऋणात्मक (negative) आवेश (charge) मा छुट्टिन्छन्, र बलियो विद्युतीय क्षेत्र (electric field) बनेपछि ठूलो मात्रामा आवेश-प्रवाह (discharge) हुँदा प्रकाश (light) र ताप (heat) निस्कन्छ। यसरी वैदिक ऋषिले जुन आकाशीय विद्युत् (atmospheric electricity) लाई नियालेका थिए, त्यो साँच्चै विद्युतीय परिघटना नै रहेछ।

तर यहाँ **इमानदार सीमा (honest boundary)** पनि स्पष्ट पार्नुपर्छ। बिजुली अवलोकन गर्नु (to observe lightning) र विद्युत्को सिद्धान्त निर्माण गर्नु (to formulate the theory of electricity) फरक कुरा हुन्। **धारा (Current, I), विभवान्तर (Voltage, V), प्रतिरोध (Resistance, R), ओमको नियम (Ohm's Law, V = IR), इलेक्ट्रोन (Electron) र परिपथ (Circuit),** यी सबै आधुनिक विज्ञानका सूत्रबद्ध खोज (formulated discoveries) हुन्। वैदिक ग्रन्थमा यी सूत्र वा मापन (measurement) थिएनन्।

त्यसैगरी, चुम्बकत्व (Magnetism) को व्यावहारिक ज्ञान (जस्तै अयस्कान्त/lodestone) प्राचीन युगमा साँच्चै थियो; तर **विद्युत् र चुम्बकत्वको एकीकरण (unification of electricity & magnetism)** अर्थात् 'विद्युत् धाराले चुम्बकीय क्षेत्र बनाउँछ' (a current produces a magnetic field) भन्ने खोज ओर्स्टेड (Oersted) र फ्याराडे (Faraday) जस्ता आधुनिक वैज्ञानिकहरूको सक्रियताको देन हो। यसरी प्राचीन अवलोकन (ancient observation) र आधुनिक सिद्धान्त (modern theory) एकअर्काका परिपूरक (complementary) हुन्। प्रतिस्पर्धी (competing) होइनन्।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी ***Evidence Check***

✓ **जे साँचो र बलियो छ (Genuine):** 'विद्युत्' (Vidyut) शब्द नै बिजुली (Lightning) बाट आएको हो। वैदिक ऋषिले आकाशीय विद्युत् - बिजुली र गर्जन (lightning & thunder) - लाई सूक्ष्म रूपमा अवलोकन गरे। चुम्बकत्व (Magnetism, अयस्कान्त) को व्यावहारिक प्रयोग (जस्तै सुश्रुतको शल्यक्रिया) गरे। यी साँचो अवलोकन र शिल्प (real observation & craft) हुन्।

△ **जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-only):** धारा (I), विभवान्तर (V), प्रतिरोध (R), ओमको नियम (V = IR), विद्युतीय शक्ति (P = VI), इलेक्ट्रोन (electron), परिपथ (circuit), र विद्युत्-चुम्बकत्वको एकीकरण (electromagnetism) - यी सबै आधुनिक विज्ञानका सूत्रबद्ध उपलब्धि (formulated achievements) हुन्। वैदिक ग्रन्थमा यिनीहरु यहि रुपमा थिएनन्।

💡 **निष्कर्ष (Conclusion):** वैदिक परम्पराले विद्युतीय परिघटना (बिजुली) लाई अवलोकन र सम्मान गर्‍यो।आफ्नो सीमाभित्र रहेर यसलाई लिपिबद्ध पनि गरियो। आधुनिक विज्ञानले त्यसलाई नापेर, सूत्रबद्ध गरेर प्रविधिमा ढाल्यो। अतिशयोक्ति (exaggeration) नगरी यही सन्तुलन (balance) कायम राख्नु नै सच्चा विज्ञान-वेद समन्वय हो।

तल आधुनिक अवधारणा (Modern concept) र त्यसको समानान्तर वैदिक/प्राचीन सन्दर्भ (parallel ancient reference) राखिएको छ:

आधुनिक अवधारणा (Modern)	प्राचीन सन्दर्भ (Ancient)	स्रोत (Source)	समानताको प्रकार (Type)
विद्युत् (Electricity)	विद्युत् = बिजुली (Vidyut = Lightning)	अथर्ववेद १.१३.१	शब्द + परिघटना (प्रमाणित)
स्थिर विद्युत् निस्सरण (Static discharge)	अशनि/वज्र (Thunderbolt)	ऋग्वेद १.३२.१	अवलोकन (Observation)
चुम्बकीय आकर्षण (Magnetism)	अयस्कान्त (Lodestone)	सुश्रुत संहिता	प्रमाणित व्यावहारिक शिल्प
विद्युतीय सेल (Battery)	मित्रावरुण शक्ति (?)	अगस्त्य संहिता	विवादित दाबी (Disputed)
V = IR, इलेक्ट्रोन, परिपथ	— (कुनै वैदिक रूप छैन)	आधुनिक विज्ञान	वैदिक समानता छैन

मूल पाठ (Core Takeaway): वैदिक ऋषिले बिजुली (Lightning) र चुम्बक (Magnet) जस्ता विद्युतीय परिघटनालाई अवलोकन र प्रयोग गरे। यो साँचो र गौरवपूर्ण विरासत (genuine, proud heritage) हो। तर धारा, विभवान्तर र ओमको नियम (Current, Voltage & Ohm's Law) जस्ता सिद्धान्त आधुनिक विज्ञानका खोज हुन्।

इमानदार समन्वय (honest synthesis): जहाँ विज्ञान घटाइँदैन, परम्परा अतिरञ्जित गरिँदैन त्यो नै पूर्ण शिक्षा (complete education) को प्रभावकारी जग हुनेछ।

४ दैनिक जीवन र कक्षा-प्रयोग ((Application & Practical Lab)

कक्षा-प्रयोग: भौतिक विज्ञानमा सिद्धान्तहरूलाई प्रयोगशालामा परीक्षण गर्दा मात्र सिकाइ दिगो र व्यावहारिक हुन्छ। कक्षाकोठामा कम भोल्टेजको प्रयोग गरी श्रेणीकरण र समानान्तर संयोजनको वास्तविक प्रभावलाई सजिलै बुझ्न सकिन्छ।

🧪 कक्षा-प्रयोग: सरल परिपथ निर्माण र बल्बको चमक तुलना (Classroom Experiment)

आवश्यक सामग्रीहरू:

- १.५ V का दुईवटा ड्राई सेल (ब्याट्रीहरू) र ब्याट्री होल्डर।
- सानो टर्चलाइटमा प्रयोग हुने दुईवटा समान बल्बहरू र बल्ब होल्डर।
- स्विच र थोरै इन्सुलेटेड तामाको जडान गर्ने तार (Connecting Wires)।

प्रयोग १: श्रेणीकरण संयोजन (Series Connection)

- **विधि:** दुईवटा बल्बहरूलाई एउटाको अन्तिम छेउ अर्कोको सुरुको छेउसँग जोडेर ब्याट्री र स्विचसँग लहरै एउटै लुपमा जोड्नुहोस्।

- **अवलोकन (Observation):** जब स्विच अन गरिन्छ, दुवै बल्बहरू **निभ्ने गरी मन्द (Dim)** बल्दछन्। यदि एउटा बल्बलाई होल्डरबाट फुकाल्ने हो भने दोस्रो बल्ब पनि तुरुन्तै निभ्दछ।
- **वैज्ञानिक कारण:** श्रेणीकरणमा कुल प्रतिरोध बढ्छ ($R = R_1 + R_2$), जसले गर्दा परिपथमा बग्ने कुल धारा (I) घट्छ र विभवान्तर (V) दुई बल्बमा आधा-आधा बाँडिन्छ। एउटा बल्ब निकाल्दा परिपथ खुल्ला (Open Circuit) भई विद्युत् प्रवाह रोकिन्छ।

प्रयोग २: समानान्तर संयोजन (Parallel Connection)

- **विधि:** दुवै बल्बको सुरुको छेउलाई ब्याट्रीको एकातर्फ र अन्तिम छेउलाई अर्कोतर्फ छुट्टाछुट्टै शाखा (Branches) बनाएर जोड्नुहोस्।
- **अवलोकन (Observation):** जब स्विच अन गरिन्छ, दुवै बल्बहरू आफ्नो **पूर्ण क्षमतामा अत्यधिक चम्किलो (Bright)** बल्दछन्। यदि एउटा बल्बलाई फुकालेर निकालिदिए पनि अर्को बल्ब निरन्तर चम्किलो भइरहन्छ।
- **वैज्ञानिक कारण:** समानान्तर संयोजनमा प्रत्येक शाखाले ब्याट्रीको पूर्ण विभवान्तर (१.५ V) बराबर पाउँछन् र कुल प्रतिरोध घट्छ। एउटा शाखा खुल्ला भए पनि अर्को शाखाको परिपथ बन्द (Closed) नै रहने हुनाले अर्को उपकरणमा असर पर्दैन।

⚠ प्रयोगशाला सुरक्षा नियम: अत्यधिक महत्त्वपूर्ण सचेतना (Safety Warnings)

विद्युत्सँग काम गर्दा सुरक्षा पहिलो प्राथमिकता हुनुपर्छ। कक्षाकोठामा प्रयोग गर्दा निम्न कुराहरूको अनिवार्य पालना गर्नुहोस्:

१. कम भोल्टेजको मात्र प्रयोग:

कक्षाकोठा वा प्रयोगशालाका साना प्रयोगात्मक कार्यहरूका लागि सधैँ **कम भोल्टेज भएका ड्राई सेलहरू** (1.5 V – 3 V) मात्र प्रयोग गर्नुहोस्। यसबाट झुक्किहेर 'शर्ट-सर्किट' भइहाले पनि मानव शरीरलाई कुनै हानि वा विद्युतीय झट्का (Electric Shock) लाग्दैन।

२. मुख्य लाइनको प्रयोग पूर्ण निषेध (Never Touch Main Line):

घर वा विद्यालयको मुख्य प्रसारण लाइनमा बहने २२०V **को वैकल्पिक धारा (AC Main Line) प्रयोगशालाका प्राथमिक प्रयोगहरूका लागि कहिल्यै, कुनै पनि हालतमा प्रयोग नगर्नुहोस्।** यो भोल्टेज मानव शरीरका लागि अत्यन्तै घातक हुन्छ र यसले ज्यान समेत लिन सक्छ।

३. सर्ट-सर्किटबाट बच्नुहोस्:

ब्याट्रीको धनात्मक (+) र ऋणात्मक (–) टर्मिनललाई बीचमा कुनै उपकरण (बल्ब वा प्रतिरोध) नराखी सिधै तारले मात्र कहिल्यै नजोड्नुहोस्। यसो गर्दा तार अत्यधिक तातेर ब्याट्री पड्किने वा आगो लाग्ने खतरा हुन्छ।

५ मुख्य शब्दावली (Key Terms)

नेपाली शब्द	English Term / अर्थ
विद्युत् धारा	Electric current (I, ampere)
विभवान्तर	Potential difference (V, volt)
प्रतिरोध	Resistance (R, ohm)
ओमको नियम	Ohm's law (V = IR)
चालक/कुचालक/अर्धचालक	Conductor / Insulator / Semiconductor
विद्युतीय शक्ति	Electrical power (P = VI)
व्यावसायिक एकाइ	kWh (unit)

६. १ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन (Exercises & Assessment)

क) अवधारणागत प्रश्नहरू *(Conceptual Questions)*

१. कुनै पनि धातुको चालक तारको प्रतिरोध (Resistance) लाई प्रभाव पार्ने चारवटा मुख्य कारक तत्वहरू के-के हुन्? ती कारकहरूसँग प्रतिरोधको सम्बन्ध कस्तो हुन्छ, स्पष्ट पार्नुहोस्।

सङ्केत: उत्तरमा तारको लम्बाइ (l), अनुप्रस्थ काटको क्षेत्रफल (A), पदार्थको प्रकृति (Resistivity) र तापक्रमको प्रभावबारे बुँदागत रूपमा उल्लेख गर्नुहोस्।

२. हाम्रा घरहरूमा प्रयोग हुने विभिन्न विद्युतीय उपकरणहरू (जस्तै: बत्ती, पङ्खा, फ्रिज आदि) लाई श्रेणीकरणको सट्टा सधैँ समानान्तर संयोजन (Parallel Connection) मा किन जोडिन्छ? दुईवटा स्पष्ट वैज्ञानिक कारणहरू दिनुहोस्।

सङ्केत: प्रत्येक उपकरणले बराबर र पूर्ण विभवान्तर (२२० V) पाउने तथ्य र एउटा उपकरण बिग्रे वा स्विच बन्द गरे पनि अन्य शाखामा अवरोध नहुने विशेषता खुलाउनुहोस्।

३. विद्युत् चालकता (Electrical Conductivity) का आधारमा चालक (Conductor), कुचालक (Insulator) र अर्धचालक (Semiconductor) बीचको भिन्नता स्पष्ट पार्नुहोस् र प्रत्येकका दुई-दुईवटा उदाहरण पनि दिनुहोस्।

सङ्केत: स्वतन्त्र इलेक्ट्रोनको उपलब्धता र अनुपस्थितिलाई आधार बनाई सिलिकन र जर्मेनियम जस्ता अर्धचालकहरू आधुनिक इलेक्ट्रोनिक्सका आधार हुन् भनी प्रष्ट पार्नुहोस्।

ख) गणितीय प्रश्नहरू *(Numerical Questions)*

४. एउटा परिपथमा $2\,\Omega$ प्रतिरोध भएको चालक तारलाई $6\,\text{V}$ विद्युत्-वाहक बल भएको ब्याट्रीसँग जोडिएको छ भने उक्त परिपथबाट कति विद्युत् धारा (I) प्रवाहित होला? गणना गर्नुहोस्।

सङ्केत: ओमको नियम ($V = IR$ वा $I = \frac{V}{R}$) प्रयोग गरी उत्तर $3\,\text{A}$ निकाल्नुहोस्।

५. $5\,\Omega$ र $10\,\Omega$ का दुईवटा प्रतिरोधकहरूलाई (Resistors) पालैपालो:

क) श्रेणीकरण संयोजन (Series Connection)

ख) समानान्तर संयोजन (Parallel Connection) मा जोड्दा आउने कुल वा तुल्य प्रतिरोध (Equivalent Resistance) गणना गर्नुहोस्।

सङ्केत: श्रेणीकरणका लागि $R = R_1 + R_2$ (15 Ω) र समानान्तरका लागि $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ (≈ 3.33 Ω) सूत्र प्रयोग गर्नुहोस्।

६. एक विद्यालयको कार्यकक्षमा 60 W क्षमताको एउटा विद्युतीय बल्ब दैनिक ५ घण्टाका दरले जम्मा ३० दिनसम्म निरन्तर बालिन्छ। उक्त बल्बले महिनाभरिमा खपत गरेको कुल विद्युत् ऊर्जा किलोवाट-घण्टा (kWh) वा युनिटमा निकाल्नुहोस्।

सङ्केत: शक्तिलाई किलोवाटमा बदल्नुहोस् (60 W = 0.06 kW), कुल समय $t = 5 \times 30 =$ 150 Hours निकाली ऊर्जा $E = P \times t$ (9 kWh) गणना गर्नुहोस्।

ग) अनुप्रयोग तथा प्रयोगात्मक प्रश्नहरू *(Application Questions)*

७. विद्युत् धारा परिपथबाट बहँदा देखिने चारवटा मुख्य प्रभावहरू (Effects of Current) के-के हुन्? दैनिक जीवनमा प्रयोग हुने उपकरणका उदाहरणसहित तिनको सूची तयार पार्नुहोस्।

सङ्केत: तापीय प्रभाव (हिटर), प्रकाशीय प्रभाव (बल्ब), चुम्बकीय प्रभाव (इलेक्ट्रिक क्रेन/घण्टी) र रासायनिक प्रभाव (इलेक्ट्रोप्लेटिङ) को व्याख्या गर्नुहोस्।

८. वर्षायाममा आकाशमा गड्याङ-गुडुङ ग्यास सहित उत्पन्न हुने बिजुली वा चट्याङ (Lightning) कसरी बन्दछ? स्थिर विद्युत् (Static Electricity) र आवेशको स्थानान्तरण (Discharge of Charges) का आधारमा यसको आधुनिक वैज्ञानिक व्याख्या दिनुहोस्।

सङ्केत: बादलका कणहरू आपसमा घर्षण हुँदा धनात्मक र ऋणात्मक आवेश छुट्टिने, र बादल-बादल वा बादल र पृथ्वीबीच बलियो विद्युतीय क्षेत्र बनी ठूलो मात्रामा आवेश प्रवाह (Discharge) हुँदा अत्यधिक ताप र प्रकाश निस्कने प्रकृया बुझाउनुहोस्।

६. २: अभ्यास तथा मूल्याङ्कन (Exercises & Assessment)

क) अवधारणागत प्रश्नहरू *(Conceptual Questions)*

१. 'विद्युत्' (Vidyut) शब्दको शाब्दिक उत्पत्ति र यसको वैदिक अर्थ के हो? अथर्ववेद (१.१३.१) को "नमस्ते अस्तु विद्युते..." मन्त्रले प्राचीन ऋषिहरूको कस्तो सूक्ष्म प्राकृतिक अवलोकन (Observation) लाई संकेत गर्दछ?

सङ्केत: *उत्तर दिँदा 'वि + √द्युत्' धातुबाट बनेको 'झलझल चम्कने बिजुली' को अर्थ खुलाउनुहोस् र चट्याङ पर्दा प्रकाश (चमक) पहिले र ध्वनि (गर्जन) पछि आउने प्राकृतिक परिघटनाप्रति उनीहरूको ध्यान गएको कुरा स्पष्ट पार्नुहोस्।*

२. वैदिक परम्परामा देवराज इन्द्रको अस्त्र 'वज्र' (Thunderbolt) लाई आकाशीय विद्युत् (Atmospheric electricity) को परिप्रेक्ष्यमा कसरी व्याख्या गरिएको छ? संस्कृत भाषामा बिजुलीका लागि प्रयोग गरिने अन्य तीनवटा पर्यायवाची शब्दहरू लेख्नुहोस्।

सङ्केत: *वज्र प्रहार हुँदा निस्कने उज्यालो, ताप र प्रचण्ड आवाजको भौतिक पक्ष उल्लेख गर्दै तडित्, सौदामिनी र अशनि जस्ता शब्दहरू सूचीकृत गर्नुहोस्।*

३. प्राचीन भारतमा चुम्बकत्व (Magnetism) को ज्ञान थियो भन्ने कुरा कुन शब्द र व्यावहारिक प्रयोगबाट प्रमाणित हुन्छ? सुश्रुत संहितामा उल्लेख गरिएको यसको चिकित्सासम्बन्धी प्रयोगबारे स्पष्ट पार्नुहोस्।

> ***सङ्केत:*** *चुम्बकलाई 'फलामको प्रेमी' भनिने अयस्कान्त शब्द र शल्यचिकित्सक सुश्रुतले शरीरमा गडेको फलामको टुक्रा निकाल्न यसको प्रयोग गरेको व्यावहारिक शिल्पबारे लेख्नुहोस्।*

ख) विवेचनात्मक तथा समालोचनात्मक प्रश्नहरू *(Critical Thinking Questions)*

४. 'अगस्त्य संहिता' मा तामा र जिंक प्रयोग गरी 'मित्रावरुण शक्ति' (ब्याट्री/विद्युतीय सेल) उत्पन्न गर्ने विधिको वस्तुनिष्ठ कारणसहित विवेचना गर्नुहोस्।

> ***सङ्केत:*** *यो लोकप्रिय 'मित्रावरुण शक्ति' (ब्याट्री/विद्युतीय सेल) उत्पन्न गर्ने विधिको वस्तुनिष्ठ कारणसहित विवेचना गर्नुहोस्।*

५. "आधुनिक विज्ञानले प्रमाणित गरेको चट्याङ (Lightning) को सिद्धान्त र वैदिक ऋषिहरूले गरेको बिजुलीको अवलोकन एकापसमा परिपूरक हुन्।" यस भनाइलाई 'स्थिर विद्युत् निस्सरण' (Static discharge) र बादलका आवेशहरूको (Charges) आधारमा आधुनिक खोज र प्राचीन बुझाइबीचको सीमारेखा स्पष्ट पार्दै समीक्षा गर्नुहोस्।

> ***सङ्केत:*** *बादलका कणहरूको घर्षणबाट धनात्मक र ऋणात्मक आवेश छुट्टिने र विद्युतीय क्षेत्र बनेर 'डिस्चार्ज' हुँदा बिजुली चम्कन्छ। वैदिक ऋषिले यस परिघटनालाई नियालेका थिए तर यसलाई नाप्ने, इलेक्ट्रोनको पहिचान गर्ने र ओमको नियम जस्ता गणितीय सूत्र निर्माण गर्ने काम विशुद्ध आधुनिक विज्ञानको स्वतन्त्र खोज हो भनी लेख्नुहोस्।*

ग) अनुप्रयोग तथा प्रयोगात्मक प्रश्नहरू *(Application Questions)*

६. पाठ्यपुस्तकको 'प्रमाण-आधारित टिप्पणी' (Evidence Check) का आधारमा तल दिइएका दाबीहरूलाई (क) साँचो/बलियो (Genuine), र (ग) विशुद्ध आधुनिक खोज (Modern-only) मा वर्गीकरण गर्नुहोस्:

अ) विद्युत् धारा (I), विभवान्तर (V), र ओमको नियम ($V = IR$) को गणितीय सूत्रबद्धता।

आ) 'अयस्कान्त' (Lodestone) द्वारा फलामका टुक्राहरूलाई आकर्षित गर्ने व्यावहारिक शिल्प।

इ) 'विद्युत्' शब्दको उत्पत्ति र आकाशीय बिजुलीको सूक्ष्म अवलोकन।

७. [परियोजना कार्य] आधुनिक विज्ञानको 'विद्युत् धाराको चुम्बकीय प्रभाव' (Magnetic effect of electric current) र प्राचीन कालको 'अयस्कान्त' (चुम्बकीय आकर्षण) सम्बन्धी धारणालाई तुलना गर्दै एक संक्षिप्त प्रतिवेदन तयार पार्नुहोस्। उक्त प्रतिवेदनमा 'प्राचीन अवलोकन र आधुनिक सिद्धान्त प्रतिस्पर्धी होइनन्, परिपूरक हुन्' भन्ने मूल पाठलाई कसरी आत्मसात् गर्न सकिन्छ, आफ्नो दृष्टिकोण प्रस्तुत गर्नुहोस्।

> ***सङ्केत:*** *ओर्स्टेड र फ्याराडेले विद्युत् र चुम्बकत्वलाई एकीकृत (Electromagnetism) गर्नुअघि नै प्राचीन शिल्पमा चुम्बकको व्यावहारिक ज्ञान थियो। तसर्थ, परम्परालाई अतिरञ्जित नगरी र विज्ञानलाई नघटाई गरिने इमानदार समन्वय नै पूर्ण शिक्षा हो भनी निष्कर्ष निकाल्नुहोस्।*

कक्षा ९ • अध्याय १२

ब्रह्माण्ड

The Universe

यस अध्यायमा ***In this chapter***

- खगोलीय एकाइ (AU, प्रकाशवर्ष, पार्सेक) बुझ्ने
- नेबुला र कृष्ण विवर (black hole) को अवधारणा जान्ने
- ताराको जीवनचक्र वर्णन गर्ने
- खगोलविज्ञानसँग सम्बन्धित राष्ट्रिय/अन्तर्राष्ट्रिय निकाय चिन्ने

१ आधुनिक विज्ञानको व्याख्या- ब्रह्माण्ड र ताराहरू (Modern Science: Universe & Stars)

१.१ ब्रह्माण्डको विशालता र खगोलीय दूरीका एकाइहरू (The Scale of the Universe & Astronomical Units)

हाम्रो ब्रह्माण्ड (Universe) अनन्त र विशाल छ, जसमा अर्बौंको सङ्ख्यामा आकाशगंगाहरू (Galaxies) रहेका छन् र प्रत्येक आकाशगंगामा अर्बौं तारा तथा सौर्यमण्डलहरू अवस्थित छन्। यति विशाल अन्तरिक्षीय दूरीलाई किलोमिटर वा मिटर जस्ता साना एकाइमा मापन गर्न असम्भव हुने हुनाले खगोल विज्ञानमा तीनवटा विशेष र ठूला एकाइहरू प्रयोग गरिन्छ:

मुख्य सूत्रहरू (Key Formulas)

क) खगोलीय एकाइ (Astronomical Unit — AU)

- **परिभाषा:** सूर्यको केन्द्र देखि पृथ्वीको केन्द्रबीचको औसत दूरीलाई एक खगोलीय एकाइ (1 AU) भनिन्छ।
- **गणितीय मान:**

$$1\ \text{AU} \approx 1.5 \times 10^{8}\ \text{km} \quad (\text{लगभग १५ करोड किलोमिटर})$$

- **उपयोग:** यसको प्रयोग मुख्यतया हाम्रो सौर्यमण्डल भित्रका ग्रहहरू, उपग्रहहरू र सूर्यबीचको दूरी मापन गर्न गरिन्छ (जस्तै: सूर्यबाट पृथ्वी 1 AU र मंगल ग्रह लगभग 1.52 AU दूरीमा छन्)।

ख) प्रकाशवर्ष (Light Year — ly)

- **परिभाषा:** प्रकाशले निर्वात वा शून्य माध्यममा एक वर्ष (३६५ दिन) मा तय गर्ने कुल दूरीलाई एक प्रकाशवर्ष भनिन्छ।
- **गणना प्रकृया:**

$$\textbf{दूरी} = \textbf{वेग} \times \textbf{समय}$$

$$1\ \text{ly} = (3 \times 10^{5}\ \text{km/s}) \times (365 \times 24 \times 60 \times 60\ \text{s})$$

$$1\ \text{ly} \approx 9.46 \times 10^{12}\ \text{km} \quad (\text{लगभग ९४ खर्ब ६० अर्ब किलोमिटर})$$

- **उपयोग:** सौर्यमण्डल बाहिर रहेका नजिकका ताराहरू र आकाशीय पिण्डहरूको दूरी नाप्न यसको प्रयोग हुन्छ।

ग) पार्सेक (Parsec — pc)

- **परिभाषा:** यो खगोल विज्ञानमा दूरी नाप्ने सबैभन्दा ठूलो व्यावहारिक एकाइ हो। १ खगोलीय एकाइ (1 AU) लम्बाइ भएको चाप (Arc) ले अन्तरिक्षको कुनै बिन्दुमा १ आर्क-सेकेन्ड (1″) को कोण बनाउँदा बन्ने दूरीलाई १ पार्सेक भनिन्छ।
- **प्रकाशवर्षसँग सम्बन्ध:**

$$1 \text{ Parsec} \approx 3.26 \text{ प्रकाशवर्ष} \approx 3.08 \times 10^{13} \text{ km}$$

- **उपयोग:** टाढा-टाढा रहेका आकाशगंगाहरू र तारापुञ्जहरूको आपसी दूरी मापन गर्न यो एकाई प्रयोग गरिन्छ।

१.२ नेबुला र कृष्ण विवर *(Nebula & Black Hole)*

अन्तरिक्षको शून्यताभित्र पदार्थको घनत्व र गुरुत्वाकर्षणको खेलबाट दुईवटा अत्यन्तै रोचक खगोलीय संरचनाहरू बन्दछन्:

क) नेबुला (Nebula - ताराहरूको नर्सरी)

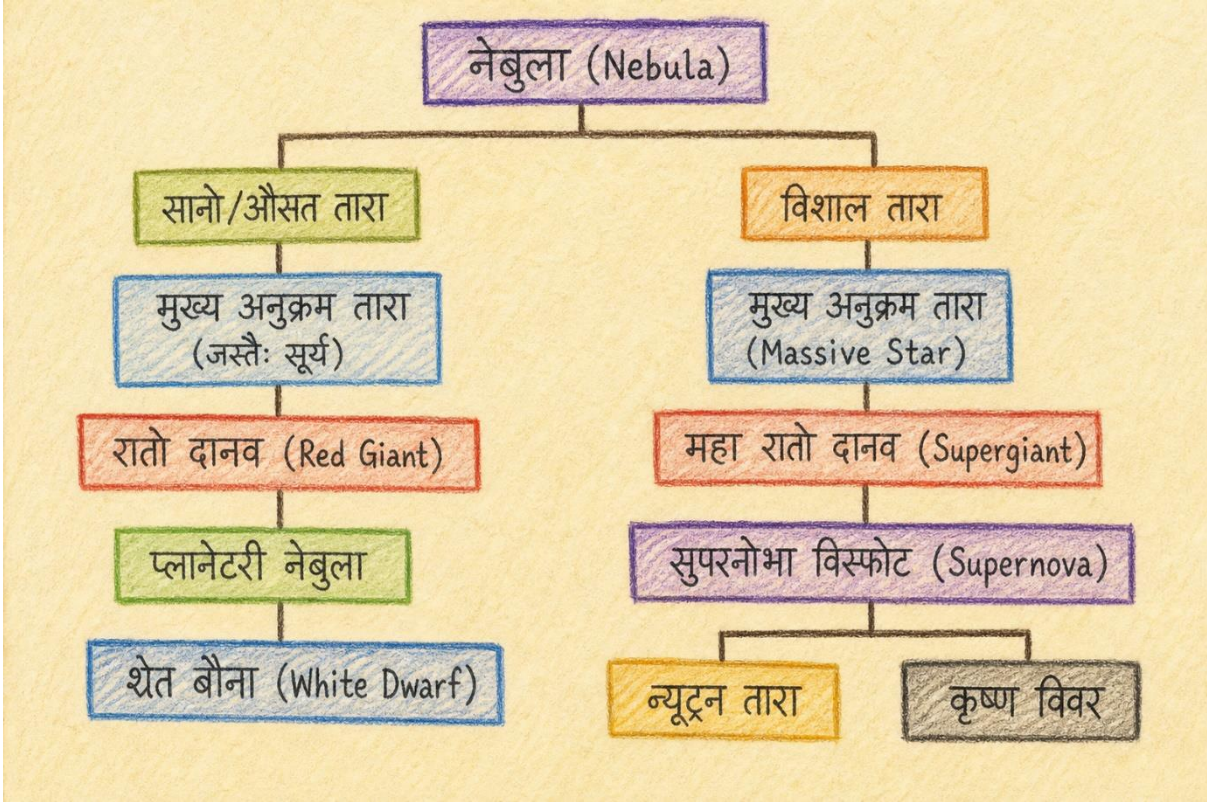
- नेबुला भनेको अन्तरिक्षमा फिँजिएर रहेको हाइड्रोजन, हिलियम ग्याँस र खगोलीय धुलोका कणहरूको (Interstellar Cloud) एक विशाल र घना बादल हो।
- **महत्व:** यसलाई "ताराहरूको जन्मकुण्डली" वा नर्सरी भनिन्छ। जब यो बादलमा गुरुत्वाकर्षणका कारण सङ्कुचन (Collapse) सुरु हुन्छ, तब यसैको गर्भबाट नयाँ ताराहरूको जन्म हुन्छ।

ख) कृष्ण विवर (Black Hole)

- कृष्ण विवर अन्तरिक्षमा रहेको एउटा यस्तो अत्यधिक सघन र असीमित घनत्व भएको खगोलीय पिण्ड हो, जसको आकार सानो भए पनि गुरुत्वाकर्षण बल (Gravitational Pull) यति भयानक हुन्छ कि यसको आकर्षण क्षेत्रबाट ब्रह्माण्डकै सबैभन्दा तीव्र गतिको प्रकाश (Light) समेत उम्कन सक्दैन।
- **उत्पत्ति:** जब सूर्यभन्दा धेरै गुणा ठूलो द्रव्यमान (Mass) भएको विशाल ताराको जीवनको अन्तिम क्षण आउँछ, तब त्यो तारा 'सुपरनोभा' विस्फोट भई आफ्नै केन्द्रमा बुम्रेर वा खुम्चिएर कृष्ण विवरमा परिणत हुन्छ। यसको बाहिरी सीमारेखालाई इभेन्ट होराइजन (Event Horizon) भनिन्छ।

१.३ ताराको जीवनचक्र *(Life Cycle of Stars)*

मानिस जस्तै ताराहरूको पनि जन्म, युवावस्था, बुढ्यौली र मृत्यु हुन्छ। ताराको यो चक्र पूर्ण रूपमा त्यसको सुरुवाती द्रव्यमान (Initial Mass) मा निर्भर गर्दछ। ताराको जीवनयात्रा मुख्यतया निम्न चरणमा विभाजन हुन्छ:



ताराहरूको जीवन यात्रा विवरण (Description of the life journey of stars)

📝 **ताराहरूको यात्रा [विकासक्रम / विनाश क्रम]**
(Journey of the stars [evolution / destruction sequence])

चित्र मार्फत ताराहरूको यात्रा प्रवाहलाई सहजै बुझ्नका लागि यसलाई गौर गरेर हेर्नुहोस्। यसले दुईवटा मुख्य शाखाहरू देखाएको छ।

1. **केन्द्रीय उद्गम (The Core Origin):** सबैभन्दा माथि **नेबुला (Nebula)** को खगोलीय बादल छ, जहाँबाट ग्यास खुम्चिएर तारा बन्ने प्रकृया सुरु हुन्छ।

2. **बायाँ शाखा औसत ताराको मार्ग हो।** यसले हाम्रो सूर्य जस्ता कम तौल भएका **सानो/औसत तारा (Red Giant Star)** हरूको यात्रा [विकासक्रम / विनाश क्रम] देखाउने गर्दछ। जसको यात्रा क्रमशः **मुख्य अनुक्रम तारा (Massive Star) → रातो दानव (Red Giant) → प्लानेटरी नेबुला (Planetary Nebula) → श्वेत बौना (White Dwarf - सेतो पुड्के)** मा पुगेर टुङ्गिन्छ।

3. **दायाँ शाखा औसत विशाल ताराको मार्ग हो।** यसले सूर्यभन्दा धेरै गुणा ठूला ताराहरूको विनाशकारी र ऊर्जावान् यात्रा [विकासक्रम / विनाश क्रम] देखाउने गर्दछ। जुन **विशाल तारा (Supergiant Star) → महा रातो दानव (Supergiant) → सुपरनोभा विस्फोट (Supernova Explosion)** हुँदै द्रव्यमान अनुसार **न्युट्रोन तारा (Neutron Star)** वा **कृष्ण विवर (Black Hole)** मा परिणत हुन्छ।

१. जन्म र युवावस्था (Protostar & Main Sequence)

नेबुला भित्रको ग्याँस गुरुत्वाकर्षणले खुम्चिँदै जाँदा केन्द्रको तापक्रम र चाप अत्यधिक बढ्छ। जब केन्द्रको तापक्रम लगभग १ करोड डिग्री सेल्सियस पुग्छ, तब त्यहाँ नाभिकीय संलयन (Nuclear Fusion)

प्रक्रिया सुरु हुन्छ (जसमा हाइड्रोजनका परमाणुहरू मिलेर हिलियम बन्दछन् र प्रचुर ऊर्जा निस्कन्छ)। यसरी तारा चम्किन थाल्छ र अर्बौं वर्षसम्म स्थिर रहन्छ (**जस्तै: हाम्रो वर्तमान सूर्य**)।

२. बुढ्यौली (Red Giant / Red Supergiant)

ताराको केन्द्रमा रहेको हाइड्रोजन इन्धन सकिँदै गएपछि, ताराको बाहिरी भुइँ फुल्न थाल्छ र यो सेलाएर रातो देखिन्छ। यस अवस्थालाई रातो दानव (Red Giant) भनिन्छ।

३. मृत्यु (Death of a Star)

ताराको अन्त्य त्यसको तौल (Mass) ले निर्धारण गर्छ:

- **कम तौल भएका तारा (औसत तारा, जस्तै हाम्रो सूर्य):** यिनीहरूको बाहिरी पत्र हावामा विलीन हुन्छ (Planetary Nebula) र केन्द्र भाग खुम्चिएर एक मृत, चिसो र सानो तारामा बदलिन्छ, जसलाई श्वेत बौना (White Dwarf) भनिन्छ।
- **उच्च तौल भएका तारा (विशाल तारा):** यिनीहरूको अन्त्य अत्यन्तै भयानक र चम्किलो महाविस्फोटका साथ हुन्छ, जसलाई सुपरनोभा (Supernova) भनिन्छ। सुपरनोभा पछि बाँकी रहेको केन्द्र भाग या त अत्यधिक खाँदिएको न्युट्रोन तारा (Neutron Star) बन्दछ, वा अझै ठूलो भएमा कृष्ण विवर (Black Hole) मा परिणत हुन्छ।

श्वेत बौना (White Dwarf), न्युट्रोन तारा (Neutron Star), र कृष्ण विवर (Black Hole) वास्तवमा **मरेका ताराहरूका अवशेष (Dead Remnants of Stars)** हुन्।

कुनै पनि तारा मर्दा त्यो यी तीनमध्ये के बन्छ भन्ने कुरा त्यो ताराको **सुरुवाती तौल (Mass)** मा निर्भर गर्दछ। यिनीहरूबीचको मुख्य भिन्नतालाई सरल र आधारभूत रूपमा यसरी बुझ्न सकिन्छ:

१. श्वेत बौना (White Dwarf — सेतो पुड्के)

कुन तारा बन्छ? हाम्रो सूर्य जस्ता साना वा औसत तौल भएका ताराहरू मर्दा श्वेत बौना बन्दछन्।

यो के हो? ताराको बाहिरी इन्धन सकिएपछि त्यसको केन्द्र भाग खुम्चिन्छ। यसको आकार लगभग हाम्रो **पृथ्वी जत्रो सानो** हुन्छ, तर यसको तौल सूर्य जत्तिकै हुन्छ।

सरल उदाहरण: यसको घनत्व यति उच्च हुन्छ कि यसको १ चम्चा पदार्थको तौल एउटा हात्ती जत्तिकै (लगभग ५ टन) हुन्छ। यो बिस्तारै चिसिँदै जाने एउटा तातो चम्किलो कोइला जस्तो हो।

२. न्युट्रोन तारा (Neutron Star)

कुन तारा बन्छ? सूर्यभन्दा लगभग ८ देखि २० गुणा ठूला र विशाल ताराहरू 'सुपरनोभा' महाविस्फोट भएपछि न्युट्रोन तारा बन्दछन्।

यो के हो? विस्फोटपछि ताराको केन्द्रभाग यति भयानक रूपमा खुम्चिन्छ कि यसका इलेक्ट्रोन र प्रोटोनहरू आपस थिचिएर पूर्ण रूपमा **न्युट्रोन मात्र बाँकी रहन्छन्**। यसको

आकार एउटा **सानो सहर जत्रो** (लगभग २० किलोमिटर व्यास) मात्र हुन्छ, तर तौल सूर्यभन्दा बढी हुन्छ।

सरल उदाहरण: यसको १ चम्चा पदार्थको तौल पृथ्वीको एउटा सिङ्गो पहाड जत्तिकै (अर्बौं टन) हुन्छ। यो ब्रह्माण्डकै सबैभन्दा सघन ठोस वस्तुहरूमध्ये एक हो।

३. कृष्ण विवर (Black Hole)

कुन तारा बन्छ? सूर्यभन्दा २० गुणाभन्दा पनि धेरै ठूला, महा-विशाल ताराहरू सुपरनोभा विस्फोट भएपछि कृष्ण विवर बन्दछन्।

यो के हो? यो तारा मर्दा यसको केन्द्रभाग यति धेरै खुम्चिन्छ कि यसको आकार **शून्य (एक बिन्दु)** हुन्छ, तर यसको तौल र घनत्व अनन्त (Infinite) हुन्छ। यसले अन्तरिक्षको कपडामा एउटा गहिरो खाल्डो बनाउँछ।

सरल उदाहरण: यसको गुरुत्वाकर्षण बल (Gravitational Pull) यति शक्तिशाली हुन्छ कि ब्रह्माण्डकै सबैभन्दा तीव्र गतिमा कुद्ने **प्रकाश (Light) पनि यसको भित्र छिरेपछि बाहिर उम्कन सक्दैन**। त्यसैले यो पूर्ण रूपमा अदृश्य वा कालो हुन्छ।

१.४ अन्तरिक्ष निकायहरू *(Space Agencies & Exploration)*

ब्रह्माण्डको अन्वेषण र मानव जातिको जिज्ञासा शान्त पार्न विश्वभर विभिन्न राष्ट्रिय तथा अन्तर्राष्ट्रिय निकायहरू क्रियाशील छन्:

अन्तर्राष्ट्रिय निकायहरू:

- **NASA (National Aeronautics and Space Administration - अमेरिका):** सन् १९५८ मा स्थापित, विश्वकै सबैभन्दा अग्रणी अन्तरिक्ष संस्था जसले एपोलो (चन्द्रयात्रा), मार्स रोभर, र जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोप जस्ता ऐतिहासिक परियोजनाहरू सञ्चालन गरेको छ।
- **ISRO (Indian Space Research Organisation - भारत):** कम लागतमा अत्याधुनिक अन्तरिक्ष प्रविधि विकास गर्न सफल संस्था, जसले चन्द्रयान (Chandrayaan) र मङ्गलयान (Mangalyan) मार्फत खगोल विज्ञानमा ठूलो फड्को मारेको छ।
- **ESA (European Space Agency - युरोप):** २२ वटा युरोपेली राष्ट्रहरूको साझा संस्था, जसले भूउपग्रह र अन्तरिक्ष अनुसन्धानमा सहकार्य गर्छ।
- **CNSA (China National Space Administration - चीन):** द्रुत गतिमा उदय भइरहेको अन्तरिक्ष शक्ति, जसले आफ्नै अन्तरिक्ष स्टेशन (Tiangong) र चन्द्रमाको पछिल्लो भागमा रोभर अवतरण गराएको छ।

नेपालको सन्दर्भ:

नेपालमा सरकारी स्तरमा ठूला स्पेस एजेन्सी नभए तापनि जनस्तर र प्राज्ञिक क्षेत्रमा खगोल विज्ञानको प्रवर्धन, युवाहरूमा चेतना जगाउन र टेलिस्कोप प्रविधिको पहुँच पुऱ्याउनका लागि Nepal Astronomical Society (NASO) जस्ता गैर-नाफामूलक संस्थाहरू विगत लामो समयदेखि सक्रिय रूपमा क्रियाशील छन्।

ब्रह्माण्ड- वैदिक दृष्टि

The Universe — The Vedic View

आधुनिक विज्ञानले ब्रह्माण्ड (Universe) लाई शक्तिशाली दूरबिन (Telescopes), उन्नत गणित र क्वान्टम भौतिकी (Quantum Physics) मार्फत नाप्नुभन्दा हजारौँ वर्षअघि नै वैदिक ऋषिहरूले 'ब्रह्माण्ड कसरी सुरु भयो?' (How did the universe begin?) र यसको अन्त्य कसरी हुन्छ भन्ने शाश्वत प्रश्नहरू सोधेका थिए।प्राचीन विचारकहरूको यो खोज कुनै प्रयोगशालाको गणितीय सूत्रका रूपमा थिएन; बरु त्यो प्रकृतिको गहिरो जिज्ञासा (Deep Inquiry), विराट् दार्शनिक कल्पना (Vast Imagination) र खुला आकाशको नक्षत्र-अवलोकन (Star Observation) मा आधारित थियो।

२.१ नासदीय सूक्त: ब्रह्माण्ड उत्पत्तिको आदिम जिज्ञासा (Nasadiya Sukta: The Cosmic Origin)

ऋग्वेदको दशौँ मण्डलमा रहेको **'नासदीय सूक्त' (ऋग्वेद १०.१२९)** लाई विश्व इतिहासकै सबैभन्दा जेठो र गहिरो खगोलीय दर्शन मानिन्छ। यस सूक्तले ब्रह्माण्डको सृष्टिको आरम्भ हुनुभन्दा ठीक अघिको अवस्थालाई यसरी चित्रण गरेको छ:

> ***नासदासीन्नो सदासीत्तदानीं***
> ***नासीद्रजो नो व्योमा परो यत् ।***
>
> **— ऋग्वेद १०.१२९.१ (नासदीय सूक्त)**

सरल अर्थ र वैज्ञानिक समानान्तर:

- **भावार्थ:** सृष्टि हुनुभन्दा पहिले न त 'सत्' (अस्तित्व/Matter) थियो, न त 'असत्' (अनास्तित्व/Nothingness) थियो। न त त्यहाँ अन्तरिक्ष (Space) थियो, न त त्यसभन्दा पर आकाश नै थियो। सबैतिर केवल एक सघन, अन्धकारमय र ऊर्जावान् सिंगुलारिटी जस्तो अवस्था थियो।
- **आधुनिक विज्ञानसँग अभिसरण:** आधुनिक ब्रह्माण्ड विज्ञान (Cosmology) को **'बिग ब्याङ सिद्धान्त' (Big Bang Theory)** ले पनि सृष्टिको सुरुवाती क्षण ($t = 0$) मा समय, अन्तरिक्ष र पदार्थको कुनै अस्तित्व थिएन र सम्पूर्ण ब्रह्माण्ड एउटा सानो, अत्यधिक तातो र असीमित घनत्व भएको बिन्दुमा समेटिएको थियो भनी व्याख्या गर्दछ। नासदीय सूक्तको यो दार्शनिक संवृत्ति बिग ब्याङको सोही आदिकालीन अवस्थासँग आश्चर्यजनक रूपमा मिल्दोजुल्दो देखिन्छ।

२.२ 'ब्रह्माण्ड' शब्दको अर्थ र ब्रह्माण्डीय अण्डा (The Cosmic Egg)

संस्कृत भाषामा प्रयोग गरिने 'ब्रह्माण्ड' शब्द आफैँमा एउटा ठूलो खगोलीय प्रतिमान (Model) हो:

- **शब्द विच्छेद:** ब्रह्म + अण्ड (ब्रह्म अर्थात् विशाल/फैलिरहेको, र अण्ड अर्थात् अण्डाकार संरचना)।
- **व्याख्या:** प्राचीन ग्रन्थहरूमा सृष्टिको प्रारम्भिक स्वरूपलाई **'हिरण्यगर्भ' (The Golden Womb/Egg)** भनिएको छ। अर्थात्, ब्रह्माण्ड स्थिर छैन, यो एउटा ऊर्जाको अण्डा जस्तो आकृतिको केन्द्रबाट लगातार फैलिरहेको छ।

- **वैज्ञानिक यथार्थ:** आइनस्टाइनको सापेक्षतावादको नियम र एडविन हबलको खोजले पनि प्रमाणित गरिसकेको छ कि हाम्रो ब्रह्माण्ड स्थिर नभई **लगातार फैलिरहेको (Expanding Universe)** छ।

🔍 **प्रमाण-आधारित टिप्पणी** *Evidence Check*

प्राचीन चिन्तनको महिमा र आधुनिक विज्ञानको सीमारेखालाई वस्तुनिष्ठ रूपमा यसरी बुझ्नुपर्छ:

✓ **जे साँचो र बलियो छ (प्रमाणित तथ्य):** ऋग्वेदको नासदीय सूक्तमा उठाइएका प्रश्नहरूले के प्रमाणित गर्छन् भने हाम्रा पुर्खाहरू अन्धविश्वासी थिएनन्। उनीहरूले सृष्टिको रचना कुनै जादु वा चामत्कारिक घटनाबाट नभई एउटा निश्चित प्राकृतिक र ऊर्जागत प्रकृयाबाट भएको हो भन्ने कुरामा गहिरो विमर्श गरेका थिए। यो दार्शनिक र गुणात्मक दृष्टिकोणबाट अत्यन्तै उन्नत वैज्ञानिक चिन्तन हो।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (सावधानीपूर्ण नोट):** हामीले के स्पष्ट हुनुपर्छ भने, वैदिक ग्रन्थहरूमा 'बिग ब्याङ' को गणितीय समीकरण, कति सेकेन्डमा कति तारा बने भन्ने डेटा, वा कति प्रकाशवर्षको गतिमा आकाशगंगा फैलिरहेको छ भन्ने प्रयोगशालाको मापन (Quantitative Measurements) थिएन। वैदिक ग्रन्थहरू आधुनिक ब्रह्माण्ड विज्ञानको अकाट्य भौतिक प्रमाण मान्नुको सट्टा, मानव सभ्यताको प्रारम्भिक र उत्कृष्ट **'दार्शनिक प्रेरणा' (Philosophical Inspiration)** का रूपमा बुझ्नु नै साँचो वैज्ञानिक दृष्टिकोण हो।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway):

आधुनिक विज्ञानले गणित र प्रविधिको प्रयोग गरेर जुन 'बिग ब्याङ' र 'फैलिरहेको ब्रह्माण्ड' को सिद्धान्त दियो, वैदिक ऋषिहरूले ध्यान र वस्तुनिष्ठ जिज्ञासाका माध्यमबाट हजारौँ वर्ष पहिले नै प्रकृतिको सोही शाश्वत सत्यलाई आत्मसात् गरिसकेका थिए। परम्पराको यो वैचारिक उचाइलाई बुझेर विज्ञानको खोजीमा अघि बढ्नु नै हाम्रो वास्तविक दायित्व हो।

२ सम्बन्धित वैदिक/प्राचीन सन्दर्भ *(Vedic Reference)*

२.१ हिरण्यगर्भ सूक्त: सृष्टिको सुनौलो गर्भ *The golden womb of creation*

आधुनिक ब्रह्माण्ड विज्ञान (Cosmology) ले सम्पूर्ण आकाशगंगा, तारा र पदार्थहरू एउटै प्रारम्भिक सघन बिन्दु (Singularity) बाट विस्तारित भएको मान्दछ। हजारौँ वर्षअघि ऋग्वेदको दशौँ मण्डलमा रचना गरिएको **'हिरण्यगर्भ सूक्त' (ऋग्वेद १०.१२१)** ले पनि यो विशाल ब्रह्माण्ड एउटै महा-स्रोतबाट उत्पन्न भएको हो भन्ने तथ्यलाई एक 'सुनौलो गर्भ' वा ब्रह्माण्डीय अण्डा (**Cosmic Egg**) को रूपमा प्रतीकात्मक वर्णन (Symbolic Description) गरेको छ।

यस सूक्तको पहिलो ऋचाले सृष्टिको आदिम अवस्थालाई यसरी प्रस्तुत गर्दछ:

> *हिरण्यगर्भः समवर्तताग्रे*
> *भूतस्य जातः पतिरेक आसीत् ।*
> *स दाधार पृथिवीं द्यामुतेमां*
> *कस्मै देवाय हविषा विधेम ॥*
>
> — ऋग्वेद १०.१२१.१ (हिरण्यगर्भ सूक्त)

सरल अर्थ र वैज्ञानिक व्याख्या: 'हिरण्य' को अर्थ सुनौलो वा प्रकाशमय र 'गर्भ' को अर्थ उत्पत्ति स्थान हो। सृष्टिको आरम्भमा (Agre) सबैभन्दा पहिले एक अथाह ऊर्जाले भरिएको प्रकाशमय 'हिरण्यगर्भ' मात्र विद्यमान थियो।उत्पन्न भएका र भविष्यमा उत्पन्न हुने सम्पूर्ण चराचर जगत् तथा समस्त अस्तित्वको एकमात्र स्वामी वा आधार त्यही थियो।सोही आदिम केन्द्रबाट ऊर्जा र पदार्थ विस्तारित हुँदै गएर पछि पृथ्वी (Earth), आकाश (Sky) र सम्पूर्ण अन्तरिक्षीय पिण्डहरू सन्तुलित रूपमा थामिए।

💡 **विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन (Conceptual Harmony & Philosophical Depth)**

- **एउटै मूल स्रोत (A Single Source):** यस सूक्तको मूल भाव यो हो कि ब्रह्माण्डका अर्बौं तारा र आकाशगंगाहरू छुट्टाछुट्टै वा आकस्मिक रूपमा बनेका होइनन्। यी सबै एउटै साझा ब्रह्माण्डीय केन्द्र (Single Origin) बाट प्रस्फुटित भएका हुन्।
- **ऊर्जाको केन्द्र:** प्राचीन आचार्यहरूले 'हिरण्य' (सुनौलो/उज्यालो) शब्द प्रयोग गरेर सृष्टिको सुरुवाती बिन्दु अत्यन्तै तातो र ऊर्जावान् थियो भन्ने जुन सङ्केत गरे, त्यो आधुनिक भौतिक विज्ञानको 'बिग ब्याङ' ताकाको अत्यधिक तापक्रम र ऊर्जाको अवस्थासँग अचम्मसँग मेल खान्छ।

🔍 **प्रमाण-आधारित टिप्पणी (Evidence Check)**

यस दार्शनिक खण्डलाई विज्ञानको कसीमा राखेर वस्तुनिष्ठ रूपमा मूल्याङ्कन गर्न निम्न सन्तुलन बुझ्नुपर्छ:

✓ **जे साँचो र बलियो छ (प्रमाणित तथ्य):** ऋग्वेदको हिरण्यगर्भ सूक्तले ब्रह्माण्डको विविधतालाई एउटै अविभाज्य ऊर्जाको केन्द्रसँग जोडेर हेर्नु प्राचीन विचारको उत्कृष्ट दार्शनिक संवृत्ति हो। सृष्टिको क्रमिक विकास र विस्तार हुन्छ भन्ने यो धारणा पूर्ण रूपमा तार्किक छ।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (सावधानीपूर्ण नोट):** यहाँनेर हामीले के मनन गर्नुपर्छ भने, 'हिरण्यगर्भ' एक आध्यात्मिक र दार्शनिक बिम्ब (Metaphor) हो। यस ग्रन्थमा आधुनिक खगोल भौतिकी जस्तो परमाणुहरूको संलयन समीकरण, बिग ब्याङपछि प्रकाश फैलिएको गणितीय समय-तालिका वा कति कज्मिक ब्याकग्राउन्ड रेडिएसन (CMBR) बाँकी छ भन्ने प्रयोगात्मक तथ्याङ्क (Quantitative Data) छैन। तसर्थ, यसलाई 'वेदले आधुनिक विज्ञानको बिग ब्याङ सिद्धान्तलाई सूत्रबद्ध गरेको' भन्नु अतिशयोक्ति हुनेछ। वेदलाई ब्रह्माण्ड बुझ्ने मानवीय चेतनाको **'महान् आदिम प्रेरणा'** का रूपमा ग्रहण गर्नु नै सच्चा वैज्ञानिक दृष्टिकोण हो।

२.२ नासदीय सूक्त र आधुनिक कस्मोलोजी: गहिरो अभिसरण र सीमा Nasadiya Sukta & Modern Cosmology: Deep Convergence & Limits *Creation*

ब्रह्माण्डको उत्पत्तिका सिद्धान्तहरू बुझ्दा आधुनिक भौतिकशास्त्र (Theoretical Physics) का जटिलतम मोडेलहरू र वैदिक दर्शनको सर्वोच्च टाकुरा **'नासदीय सूक्त' (ऋग्वेद १०.१२९)** बीचको दार्शनिक समानता र प्रयोगात्मक भिन्नतालाई अत्यन्तै गहिरो स्तरमा बुझ्न आवश्यक छ।

१. अनिश्चितताको आदिम अवस्था: 'तत् एकम्' विरुद्ध क्वान्टम भ्याकुम (Quantum Vacuum)

आधुनिक विज्ञानले लामो समयसम्म ब्रह्माण्डको सुरुवात **'बिग ब्याङ' (Big Bang)** नामक एक महाविस्फोटबाट शून्य समय ($t = 0$) मा भएको मान्दै आयो। तर गणितीय रूपमा त्यो अवस्था **'सिंगुलारिटी' (Singularity)** अर्थात् यस्तो बिन्दु थियो जहाँ ब्रह्माण्डको आकार शून्य ($V = 0$) र घनत्व अनन्त (∞) हुन पुग्छ। भौतिकशास्त्रको नियमले यस अनन्ततालाई व्याख्या गर्न सक्दैन, जसले हाम्रो अज्ञानतालाई लुकाउँछ।

नासदीय सूक्तको पहिलो मन्त्रले ठ्याक्कै यही गणितीय र भौतिकीय अन्योललाई उजागर गर्छ:

नासदासीन्नो सदासीत्तदानीं नासीद्रजो नो व्योमा परो यत् ।

— ऋग्वेद १०.१२९.१

- **भौतिकीय समानान्तर:** सृष्टिको आरम्भभन्दा पहिले न 'सत्' (Existence/पदार्थ) थियो न 'असत्' (Non-existence/शून्यता)। आधुनिक क्वान्टम कस्मोलोजी (Quantum Cosmology) ले पनि प्रारम्भिक अवस्थालाई पदार्थविहीन तर ऊर्जाले भरिएको **'क्वान्टम भ्याकुम' (Quantum Vacuum Fluctuation)** मान्दछ, जुन न त पूर्ण शून्य हो, न त ठोस पदार्थ नै हो।
- **'तत् एकम्' (That One):** सूक्तले भन्छ: त्यहाँ केवल एक अविभाज्य तत्व आफ्नै ऊर्जाले श्वासरहित श्वास लिइरहेको थियो। यो अवधारणा आधुनिक विज्ञानको **'थ्योरी अफ एभ्रिथिङ' (Theory of Everything - TOE)** सँग दार्शनिक रूपमा मिल्छ, जसले ब्रह्माण्डका चारवटै आधारभूत बलहरू (गुरुत्वाकर्षण, विद्युत्-चुम्बकीय, बलियो र कमजोर आणविक बल) सृष्टिको सुरुमा एकीकृत रूपमा एकै ठाउँमा थिए भन्ने मान्दछ।

२. सृष्टिको थर्मोडायनामिक्स: 'तपस्' (Cosmic Heat) र इन्ट्रोपी (Entropy)

नासदीय सूक्तका अनुसार, त्यो आदिम अवस्थाबाट सृष्टिको प्रस्फुटन **'तपस्' (Tapas - Cosmic Heat/ऊष्मा)** र **'काम' (Desire/इच्छा)** बाट सुरु भयो।

- **ऊष्मा र बिग ब्याङ:** भौतिक विज्ञान अनुसार, प्रारम्भिक ब्रह्माण्ड अविश्वसनीय रूपमा तातो र सघन थियो। 'तपस्' ले सोही उच्च तापक्रम र थर्मल इन्फ्लेसन (Thermal Inflation) को अवस्थालाई सङ्केत गर्छ, जसले अन्तरिक्षलाई फैलाउन ऊर्जा दियो।
- **इन्ट्रोपी (Entropy) को नियम:** थर्मोडायनामिक्सको दोस्रो नियम (Second Law of Thermodynamics) अनुसार, ब्रह्माण्डको इन्ट्रोपी (अव्यवस्थितताको मापन) निरन्तर बढिरहेको छ। सृष्टिको सुरुवाती क्षणमा इन्ट्रोपी न्यूनतम अवस्थामा थियो। 'इच्छा' वा 'सङ्कल्प' को दार्शनिक विम्बले सोही न्यूनतम इन्ट्रोपीको अवस्थाबाट उच्च इन्ट्रोपी (नियमित छरिएर फैलिरहेको संसारको संसार विविधता र गति) तर्फको रूपान्तरणलाई बुझाउँछ, जहाँ ऊर्जा कार्यमा बदलिन सुरु भयो।

३. सिंगुलारिटी विरुद्ध 'बिग बाउन्स' (Loop Quantum Cosmology)

आधुनिक भौतिकशास्त्रको नयाँ मोडेल, **लुप क्वान्टम ग्रैविटी (Loop Quantum Gravity — LQG)** ले परम्परागत सिंगुलारिटी (शून्य बिन्दु) को धारणालाई खण्डन गर्छ। यस मोडेल अनुसार, स्पेस (Space)

वा अन्तरिक्ष आफैँ पनि साना-साना अविभाज्य क्वान्टमका पाटाहरूले बनेको छ, जसको न्यूनतम आकार (Planck Volume) हुन्छ।

- **प्रतिकर्षण बल र बाउन्स:** जब ब्रह्माण्ड संकुचित हुँदै (Collapse) प्लाङ्क घनत्वको चरम सीमामा पुग्छ, तब त्यहाँ गुरुत्वाकर्षण आकर्षक हुनुको सट्टा अत्यधिक **प्रतिकर्षण बल (Repulsive Force)** मा परिणत हुन्छ। यसले गर्दा ब्रह्माण्ड शून्यमा बिलाउन पाउँदैन र पुनः विस्तारित हुन्छ, जसलाई **'बिग बाउन्स' (Big Bounce)** भनिन्छ।
- **वैदिक चक्रको अवधारणा:** नासदीय सूक्त र समग्र वैदिक दर्शनले सृष्टिलाई रेखीय (Linear) मान्दैन; यो चक्रिय (Cyclic) हुन्छ। सृष्टि र प्रलयको यो अनन्त चक्र आधुनिक विज्ञानको 'बिग क्रन्च' (Big Crunch) र 'बिग बाउन्स' (Big Bounce) को गणितीय मोडेलसँग पूर्ण रूपमा अभिसरित हुन्छ।

४. बहु-ब्रह्माण्ड (Multiverse) र आयामहरू: स्ट्रिङ थ्योरी र पुराण

आधुनिक **स्ट्रिङ थ्योरी (String Theory)** र **एम-थ्योरी (M-Theory)** ले हाम्रो प्रत्यक्ष देखिने ३ वटा आकाशीय र १ समय गरी ४ आयामबाहेक ब्रह्माण्डमा कुल **११ वटा आयाम (11 Dimensions)** अस्तित्वमा रहेको गणितीय दाबी गर्छन्। यसै प्रकृयामा हावामा तैरिएको साबुनको फिँज (Soap bubbles) मा धेरै फोकाहरू भए जस्तै अनगिन्ती **समानान्तर ब्रह्माण्डहरू (Parallel Universes/Multiverse)** एकसाथ अस्तित्वमा हुन सक्ने स्विकारिन्छ।

- **वैदिक १४ लोक र पुराण:** वैदिक साहित्यमा **१४ लोक** (७ ऊर्ध्व लोक र ७ पाताल लोक) को वर्णन छ, जसले भौतिक संसारभन्दा परका सूक्ष्म आयामहरूलाई सङ्केत गर्दछ।
- **भागवत र विष्णु पुराणको ब्रह्माण्ड मोडेल:** भागवत पुराण र विष्णु पुराणमा स्पष्ट भनिएको छ कि अन्तरिक्षको अनन्ततामा हाम्रो जस्ता अनगिन्ती ब्रह्माण्डहरू (Multiple Universes) साबुनको फिँजका फोकाहरू जस्तै तैरिरहेका छन् र प्रत्येक ब्रह्माण्डको आफ्नै कालचक्र र व्यवस्थापक (ब्रह्मा) हुन्छन्। हामीले देख्ने संसार त समग्र अस्तित्वको एउटा सानो अंश मात्र हो।

📊 आधुनिक खगोल-भौतिकी र वैदिक दर्शनको गहिरो तुलना

वैज्ञानिक अवधारणा (Modern Astrophysics)	वैदिक दार्शनिक प्रतिमान (Vedic Paradigm)	भौतिकीय/दार्शनिक अर्थ (Core Meaning)
Singularity / Quantum Vacuum	नासदासीत् नो सदासीत् (Rigveda 10.129.1)	पदार्थ र शून्यताभन्दा परको अनिर्वचनीय प्रारम्भिक अवस्था।
Theory of Everything (TOE)	तत् एकम् (That One)	ब्रह्माण्डका सबै बल र ऊर्जा एकीकृत रहेको परम अवस्था।
Thermal Inflation / High Heat	तपस् (Tapas - Cosmic Heat)	सृष्टिको आरम्भमा प्रस्फुटित भएको अत्यधिक ताप र ऊर्जा।
Big Bounce (Loop Quantum Cosmology)	सृष्टि-प्रलय चक्र (Cyclic Creation)	ब्रह्माण्ड शून्य नभई संकुचन र विस्तारको निरन्तर चक्रमा चल्ने प्रकृया।

Multiverse (String Theory / Soap Bubbles)	अनेक कोटि ब्रह्माण्ड (Bhagavata/Vishnu Purana)	अनन्त अन्तरिक्षमा एकसाथ अस्तित्वमा रहेका अनगिन्ती ब्रह्माण्डका फोकाहरू।
11 Dimensions	१४ लोक (14 Worlds)	मानव इन्द्रियले देख्ने भन्दा पर रहेका अस्तित्वका सूक्ष्म आयामहरू।

🔍 प्रमाण-आधारित टिप्पणी (Evidence Check)
यस गहिरो विमर्शलाई बुझ्दा भावनामा नबगी वस्तुनिष्ठ वैज्ञानिक कसीमा निम्न वर्गीकरणलाई आत्मसात् गर्नुपर्छ:

✓ **जे साँचो र बलियो छ (Genuine Convergences):** ऋग्वेदको नासदीय सूक्तको विनम्र जिज्ञासा र अन्तिम मन्त्र (१०.१२९.७) ले "यो सृष्टि कहाँबाट आयो? सृष्टिको अध्यक्षलाई थाहा छ वा उसलाई पनि थाहा छैन" भनी जुन **'एपिस्टेमोलोजिकल अनिश्चितता' (Epistemological Uncertainty)** देखाउँछ, त्यो आधुनिक विज्ञानको अन्तिम सीमासँग मेल खान्छ। विज्ञानले 'बिग ब्याङ' भन्दा अघिको अवस्थालाई आज पनि गणितीय रूपमा व्याख्या गर्न सकेको छैन। पुराणहरूमा बहु-ब्रह्माण्डको विम्ब हुनु साँचो दार्शनिक उचाइ हो।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Later Interpretation):** स्ट्रिङ थ्योरीको ११ आयाम (11D) को गणितीय समीमीकरण र वेदको १४ लोकको अवधारणा बीच दार्शनिक समानता भए पनि, १४ लोक भनेको नै ११ आयामको स्ट्रिङ थ्योरी हो भनी दाबी गर्नु **अतिशयोक्तिपूर्ण व्याख्या** मात्र हो। यी दुईलाई वैज्ञानिक प्रेरणाका रूपमा बुझ्नुपर्छ, प्रयोगशालाको समीकरणका रूपमा होइन।

✗ **जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-Only):** लुप क्वान्टम कस्मोलोजीको क्वान्टम ग्राभिटी समीकरण, बिग बाउन्सको गणितीय मोडेलिङ, र ११ आयामी सुपर-स्ट्रिङ थ्योरीका जटिल कलकुलस सूत्रहरू विशुद्ध रूपमा आधुनिक गणित र भौतिकीका स्वतन्त्र उपलब्धि हुन्। प्राचीन ग्रन्थमा यस प्रकारका गणितीय सूत्रहरू उपलब्ध थिएनन्।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway):
"सृष्टिको मूल रहस्य विज्ञान र वेद दुवैका लागि समान रूपमा गहन र रहस्यमय छ। आधुनिक विज्ञानले जुन 'अनिश्चितता' र 'सीमा' लाई अत्याधुनिक गणित र क्वान्टम मेकानिक्सको माध्यमबाट आज महसुस गर्दैछ, ऋग्वेदको नासदीय सूक्तले हजारौँ वर्ष पहिले नै मानवीय चेतनाको उच्चतम इमानदारिताका साथ सोही बौद्धिक विनम्रता र जिज्ञासा व्यक्त गरेको थियो। विज्ञानलाई नघटाई र परम्परालाई अतिरञ्जित नगरी दुवैको सीमारेखा बुझ्नु नै साँचो वैज्ञानिक दृष्टिकोण हो।"

सबैभन्दा उल्लेखनीय कुरा नासदीय सूक्त विनम्र जिज्ञासा (humble inquiry) मा टुङ्गिन्छ। "यो सृष्टि कहाँबाट आयो? देवताहरू त सृष्टिपछि आए, त्यसैले कसलाई थाहा? त्यो परम आकाशमा रहेको अध्यक्ष (the overseer in the highest heaven) उसलाई थाहा छ, वा सायद उसलाई पनि थाहा छैन। जुन इमान्दार र साँचो वैज्ञानिक दृष्टिकोण हो।

२.३ विराट् काल र चक्र : ब्रह्माण्डको विशालता *Vast cosmic time & cycles*

आधुनिक खगोल विज्ञान (Astronomy) र भू-गर्भ विज्ञान (Geology) ले हाम्रो पृथ्वी र ब्रह्माण्डको उमेरलाई 'अर्बौं वर्ष' (Billions of years) को विशाल क्यानभासमा राखेर अध्ययन गर्दछन्। अचम्मको कुरा के छ भने, हजारौँ वर्ष पुरानो वैदिक-पौराणिक परम्परा (Vedic-Purāṇic Tradition) ले पनि

ब्रह्माण्डलाई कुनै सानो दायरामा नराखी अत्यन्त विशाल **कालचक्र (Cosmic Time-cycles)** को रूपमा व्याख्या गरेको छ।

१. वैदिक-पौराणिक काल-गणनाको स्वरूप (The Structure of Vedic Cosmic Time)

वैदिक ग्रन्थहरूका अनुसार सृष्टिको समय तालिकालाई 'ब्रह्माको दिन र रात' को रूपमा एक विशाल रूपक (Metaphor) मार्फत प्रस्तुत गरिएको छ:

- **चतुर्युग / महायुग:** सत्ययुग, त्रेतायुग, द्वापरयुग, र कलियुग गरी चारवटा युगको एउटा पूर्ण चक्रलाई एक महायुग भनिन्छ, जसमा मानव वर्ष अनुसार कुल **४३ लाख २० हजार वर्ष** (4.32×10^6 Years) हुन्छन्।

- **कल्प (Kalpa — ब्रह्माको एक दिन):** यस्ता १,००० महायुगहरू मिलेर ब्रह्माको 'एक दिन' बन्दछ, जसलाई एक 'कल्प' भनिन्छ। गणितीय रूपमा:

  १ कल्प = *१०००* × *४३,२०,०००* वर्ष = **४,३२,००,०००,००** वर्ष (४ अर्ब ३२ करोड वर्ष)

- **सृष्टि र प्रलय (Cosmic Breath):** ब्रह्माको यो एक दिन (४.३२ अर्ब वर्ष) सम्म सृष्टि अस्तित्वमा रहन्छ र उत्तिकै लामो समय (ब्रह्माको रात) सम्म यो पुनः संकुचन वा प्रलयको अवस्थामा रहन्छ। यो चक्रीय दृष्टिले के भन्छ भने ब्रह्माण्ड अनगिन्ती पटक बन्ने (Creation) र हराउने (Dissolution) चक्रबाट गुज्रिरहेको छ।

२. आधुनिक विज्ञान र प्राचीन काल-अवधारणाको तुलनात्मक प्रतिमान

आधुनिक प्रयोगशालाको निष्कर्ष र प्राचीन चिन्तनको यो 'स्केल' निम्न सन्दर्भ तालिकाबाट बुझ्न सकिन्छ।

खगोलीय परिपरिघटना (Cosmic Event)	आधुनिक विज्ञानको मापन (Modern Metric)	वैदिक-पौराणिक काल-मापन (Vedic Scaling)
पृथ्वीको उमेर (Age of the Earth)	लगभग **४.५४ अर्ब वर्ष** (4.54×10^9 Years)	ब्रह्माको १ दिन = **४.३२ अर्ब वर्ष** (१ कल्प)
ब्रह्माण्डको उमेर (Age of the Universe)	लगभग **१३.८ अर्ब वर्ष** (13.8×10^9 Years)	ब्रह्माको कुल उमेर (परार्ध चक्र) = खर्बौं वर्ष
समयको प्रकृति (Nature of Time)	बिग ब्याङ/बिग बाउन्स (चक्रीय वा अनन्त)	अनादि र अनन्त चक्र (सृष्टि-प्रलय चक्र)

🔍 प्रमाण-आधारित टिप्पणी (Evidence Check)

भौतिक विज्ञान र खगोल विज्ञानका विद्यार्थीहरूले यस खण्डको अध्ययन गर्दा अतिशयोक्तिपूर्ण दाबीहरूबाट मुक्त भई वस्तुनिष्ठ र तार्किक दृष्टिकोण राख्न निम्न सीमारेखा बुझ्नुपर्छ:

✓ जे साँचो र बलियो छ (Genuine Parallel in Scale):

यति विशाल काल-मापन (Time-scale) को कल्पना गर्नु प्राचीन विश्व-इतिहास र दर्शनहरूमध्ये पूर्वीय सभ्यताको एक **असाधारण र उल्लेखनीय उपलब्धि** हो। जुन समयमा विश्वका धेरैजसो अन्य प्राचीन

संस्कृति वा परम्पराहरूले यो सृष्टि केवल 'केही हजार वर्ष' (जस्तै: ४००० वा ६००० वर्ष) मात्र पुरानो हो भन्ने सङ्कुचित मत राख्दथे, त्यस समयमा हाम्रा ऋषिहरूले अर्बौं र खर्बौं वर्षको विराट् ब्रह्माण्डीय समयको कल्पना गर्नु उनीहरूको उन्नत खगोलीय चेतनाको प्रमाण हो। सुप्रसिद्ध आधुनिक खगोलविद् **कार्ल सागन (Carl Sagan)** ले पनि आफ्नो 'कस्मस' (Cosmos) नामक पुस्तकमा यस चक्रीय काल-गणनाको स्केलको खुलेर प्रशंसा गरेका छन्।

△ जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Difference in Exact Measurement):

हामीले के कुरामा पूर्ण रूपमा स्पष्ट हुनुपर्छ भने, पुराणमा दिइएका यी अङ्कहरू दार्शनिक, आध्यात्मिक र प्रतीकात्मक हुन्। आधुनिक विज्ञानले पत्ता लगाएको ब्रह्माण्डको वास्तविक उमेर (लगभग **१,३८० करोड वर्ष** वा 13.8 Billion Years) र कल्पको अङ्क ठ्याक्कै प्रयोगशालाको डेटा अनुसार मेल खाएर गणितीय रूपमा निकालिएको होइन। तसर्थ, **समानता स्केलको 'विराट् कल्पना' मा छ, प्रयोगात्मक 'मापन' मा होइन।**

मुख्य सिकाई (Key Takeaway):

वैचारिक उचाइ नै हाम्रो गौरव हो: आधुनिक खगोल भौतिकीले ब्रह्माण्डको जुन विशाल समयको फैलावटलाई आज रेडियोमेट्रिक डेटिङ र कज्मिक ब्याकग्राउन्ड रेडिएसन (CMBR) मार्फत नाप्दैछ, हाम्रा पुर्खाहरूले हजारौँ वर्ष पहिले नै ध्यान र नक्षत्र-अवलोकनका माध्यमबाट समयको त्यही अर्बौं वर्षको 'विराट् आयाम' लाई आत्मसात् गरिसकेका थिए। यो वैचारिक सन्तुलन बुझ्नु साँचो वैज्ञानिक दृष्टिकोण हो।

२.४ नक्षत्र र ज्योतिष — प्राचीन खगोल-अवलोकन *Nakshatras & observational astronomy*

आधुनिक खगोल विज्ञान (Astronomy) ले आकाशलाई विभिन्न ८८ वटा तारामण्डलहरू (Constellations) मा विभाजन गरेर आकाशीय पिण्डहरूको अवस्थिति र गतिको अध्ययन गर्दछ। हजारौँ वर्ष पहिलेको वैदिक कालमै हाम्रा पुर्खाहरूले चन्द्रमाको दैनिक गतिको आधारमा रातको आकाशलाई **२७ वटा नक्षत्रहरू (27 Nakshatras - Lunar Mansions)** मा अत्यन्तै वैज्ञानिक ढंगले वर्गीकरण गरेका थिए।

यो प्राचीन 'ज्योतिष' (ज्योति + ईश = प्रकाशका पिण्डहरूको अध्ययन) वास्तवमा फलित भाग्य-हेर्ने विद्या मात्र थिएन, बरु गणितीय खगोल-विज्ञान (Mathematical Astronomy) को प्रारम्भिक रूप थियो।

१. वैदिक कालको व्यावहारिक खगोल-विज्ञान (Vedic Observational Tools)

- **पात्रो र ऋतु-गणना:** २७ नक्षत्र र सूर्य-चन्द्रमाको सापेक्षित गतिकै आधारमा प्राचीन कालमा परिष्कृत समय-मापन, ऋतु-गणना (Seasons), र पञ्चाङ्ग (Calendar) को निर्माण गरिन्थ्यो। यसै गणनाका आधारमा खेतीपाती गर्ने समय र आकाशीय ग्रहण (Eclipse) को तिथिको भरपर्दो अनुमान लगाइन्थ्यो।
- **ध्रुवतारा र नेभिगेसन:** रात्रिकालीन समयमा सधैँ उत्तर दिशामा स्थिर देखिने **ध्रुवतारा (Pole Star)** लाई नियालेर दिशा पत्ता लगाउने र दिशाभ्रम हुनबाट जोगिने रैथाने परम्परा थियो। यो

अभ्यास आजको आधुनिक नेभिगेसन (Navigation) प्रणाली तथा ग्लोबल पोजिसनिङ सिस्टम (GPS) को सबैभन्दा आदिम र व्यावहारिक रूप हो।

२. शास्त्रीय युगको उचाइ: आर्यभटको क्रान्तिकारी योगदान (Aryabhata's Mechanics)

वैदिक कालको अवलोकनलाई पाँचौँ शताब्दी (5th Century CE) मा प्रसिद्ध खगोलशास्त्री **आर्यभट** ले आफ्नो ऐतिहासिक ग्रन्थ '**आर्यभटीय**' मार्फत गणितीय र भौतिकीय उचाइ प्रदान गरे। उनले प्रतिपादन गरेका मुख्य सिद्धान्तहरू निम्न छन्:

- **पृथ्वीको अक्षीय घूर्णन (Earth's Rotation):** युरोपमा ग्यालिलियो र कोपरनिकसभन्दा हजार वर्ष अगाडि नै आर्यभटले दाबी गरे कि रातको समयमा ताराहरू पूर्वबाट पश्चिमतिर घुमेको देखिनुको वास्तविक कारण तारा घुम्नु होइन, बरु **पृथ्वी आफ्नो अक्ष (Axis) मा पश्चिमबाट पूर्वतर्फ फनफनी घुम्नु** हो। उनले यसलाई गुडिरहेको डुङ्गाबाट हेर्दा किनारका रुखहरू उल्टो कुदेको देखिने सुन्दर भौतिक विम्ब (Relative Motion) द्वारा बुझाएका थिए।
- **ग्रहणको वास्तविक कारण (Scientific Cause of Eclipses):** उनीभन्दा अघिको समाजमा ग्रहण लाग्नुलाई 'राहु र केतु' नामक राक्षसले सूर्य वा चन्द्रमालाई निलेको पौराणिक कथाका रूपमा बुझिन्थ्यो। तर आर्यभटले त्यसलाई पूर्ण रूपमा खण्डन गर्दै ग्रहणको साँचो ज्यामितीय कारण दिए । **"ग्रहण भनेको केवल एउटा आकाशीय पिण्डको छाया (Shadow) अर्को पिण्डमा पर्नु मात्र हो।"** (अर्थात्, चन्द्रग्रहण पृथ्वीको छाया चन्द्रमामा पर्नु र सूर्यग्रहण चन्द्रमाको छाया पृथ्वीमा पर्नु हो)।

📊 आधुनिक खगोल भौतिकी र प्राचीन खगोल-विज्ञानको प्रतिमान

आधुनिक खगोल विज्ञान (Modern Astronomy)	प्राचीन खगोल-अवलोकन (Ancient Astronomy)	भौतिक परिघटना (Physical Reality)
Constellations (तारामण्डल)	२७ नक्षत्र (सप्तर्षि, रोहिणी, आदि)	आकाशीय क्षेत्रलाई बुझ्न सजिलो बनाइएका ताराका समूहहरू।
Earth's Axial Rotation	पृथ्वीको आफ्नै अक्षमा घूर्णन ('आर्यभटीय')	२४ घण्टामा पृथ्वी एक पटक घुम्दा दिन र रात बन्ने प्रकृया।
Umbra & Penumbra (छाया)	पिण्डहरूको छाया (आर्यभटको ग्रहण सिद्धान्त)	प्रकाशको सरलरेखीय गतिकारprimary मार्गमा अवरोध हुँदा बन्ने अन्धकार क्षेत्र।
GPS / Satellite Navigation	ध्रुवतारा र नक्षत्र नेभिगेसन	निश्चित आकाशीय सन्दर्भ बिन्दु (Reference Point) का आधारमा दिशा पत्ता लगाउने प्रविधि।

🔍 प्रमाण-आधारित टिप्पणी (Evidence Check)
प्राचीन र शास्त्रीय विज्ञानको इतिहास बुझ्दा इतिहास र विज्ञानको वस्तुनिष्ठ सन्तुलनलाई बुझ्नुपर्छ।

✓ जे साँचो र बलियो छ (Genuine & Proud Heritage):
२७ नक्षत्रको गणितीय विभाजन, ध्रुवताराको प्रयोग गरी गरिएको यात्रा-नेभिगेसन, र आर्यभटले दिएको पृथ्वीको अक्षीय गति र ग्रहणको छाया-सिद्धान्त पूर्ण रूपमा **साँचो, प्रयोगात्मक र मौलिक खगोल-विज्ञान (Genuine Astronomy)** हो। यसले पूर्वीय सभ्यताको गणितीय र पर्यवेक्षण क्षमता कति उन्नत थियो भन्ने अकाट्य प्रमाण दिन्छ।

△ जे इतिहास र वर्गको सचेतना हो (Historical Accuracy):
इतिहासको कालखण्ड छुट्याउन निम्न प्राज्ञिक भिन्नता बुझ्नुपर्छ: **आर्यभट वैदिक कालका ऋषि होइनन्।** उनी सनातन शास्त्रीय युग (Classical Era) का गणितज्ञ र खगोलविद् हुन्। वेदमा नक्षत्रको बुझाइ गुणात्मक थियो भने आर्यभटको योगदान त्यसलाई गणित र भौतिक शास्त्रको कसीमा ढाल्ने काम थियो।

χ जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-Only):
आजको आधुनिक नेभिगेसनमा प्रयोग हुने सेटलाइट प्रविधि, डिजिटल जीपीएस (GPS) प्रणाली, अन्तरिक्ष दूरबिनहरू (जस्तै: Hubble र James Webb), र गणितीय स्पेस मेकानिक्सका जटिल अल्गोरिदमहरू विशुद्ध आधुनिक विज्ञानका खोज हुन्। प्राचीन र शास्त्रीय विज्ञानको जगलाई बुझेर आधुनिक प्रविधिको विकास सम्भव भएको हो।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway):
कथाबाट विज्ञानतर्फको यात्रा: जब हामी रातको आकाशमा नक्षत्रहरू हेर्छौँ वा ग्रहण लागेको देख्छौँ, तब हामीले के सम्झनुपर्छ भने हाम्रा आचार्यहरूले हजारौँ वर्ष पहिले नै अन्धविश्वासको बादललाई चिरेर ग्रहणको वैज्ञानिक कारण पत्ता लगाइसकेका थिए। आर्यभटले प्रतिपादन गरेको 'छायाको सिद्धान्त' भौतिक विज्ञानको प्रकाश अध्याय (Shadow Formation) बुझ्ने सबैभन्दा पुरानो र उत्कृष्ट प्रयोगात्मक रैथाने उदाहरण हो।

३ विज्ञान र वेद — विश्लेषण *(Science–Veda Analysis)*

ब्रह्माण्डको उत्पत्ति, संरचना र आकाशीय पिण्डहरूको गतिलाई लिएर प्राचीन पूर्वीय चिन्तन र आधुनिक खगोल-भौतिकी (Astrophysics) बीचको सम्बन्धलाई गहिरो गरी केलाउँदा दार्शनिक विम्ब र गणितीय प्रमाणबीचको स्पष्ट सीमारेखा बुझ्नु अनिवार्य हुन्छ। यसको विस्तृत समीक्षा र वर्गीकरण निम्नानुसार छ:

३.१ दार्शनिक अभिसरण र काव्यिक प्रतिमान (Philosophical Convergences)

- **हिरण्यगर्भ र बिग ब्याङको स्केल:** हिरण्यगर्भ सूक्तले सृष्टिको आरम्भमा एक 'सुनौलो गर्भ' (Womb of Light) रहेको जुन प्रतीकात्मक चित्रण गर्छ, त्यसको मूल दार्शनिक संवृत्ति आधुनिक ब्रह्माण्ड-विज्ञान (Cosmology) को **'महाविस्फोट सिद्धान्त' (Big Bang Theory)** सँग विषयगत रूपमा मिल्दोजुल्दो देखिन्छ। दुवैको साझा निष्कर्ष यो हो कि—"ब्रह्माण्डका अर्बौं तारा र आकाशगंगाहरू छुट्टाछुट्टै बनेका होइनन्, यी सबै एउटै आदिम र ऊर्जावान् साझा अवस्था (Single Initial State) बाट सुरु भएका हुन्।"
- **सृष्टिको थर्मोडायनामिक्स (Cosmic Heat):** नासदीय सूक्तमा 'तपस्' (Tapas - Cosmic Heat/ऊष्मा) बाट सृष्टि प्रस्फुटित भएको भाव र आधुनिक विज्ञानले स्विकारेको प्रारम्भिक ब्रह्माण्डको **'तातो र सघन अवस्था' (Hot Early Universe)** बीच रोचक विषयगत प्रतिध्वनि (Thematic Echo) सुनिन्छ।

३.२ वैज्ञानिक भावना र एपिस्टेमोलोजिकल विनम्रता (Scientific Spirit)

नासदीय सूक्तको जिज्ञासा: नासदीय सूक्तको सबैभन्दा बलियो पक्ष यसको अन्त्यमा देखिने बौद्धिक विनम्रता हो। "यो सृष्टि कहाँबाट आयो? यसका अध्यक्षलाई थाहा छ वा सायद उसलाई पनि थाहा छैन" भन्ने जुन घोषणा छ, त्यो आधुनिक **वैज्ञानिक भावना (Scientific Spirit)** सँग

अचम्मको ढंगले मिल्छ। विज्ञानले पनि कुनै अकाट्य अन्धविश्वासमा नटेकी "हामीलाई अझै पूरा थाहा छैन, हामी सत्यको खोजीमा छौँ" भन्ने खुला र इमानदार जिज्ञासामा आफ्नो जग बसाल्छ।

३.३ प्रमाणित अवलोकन र गणितीय खगोल-विज्ञान (Genuine Astronomy)

नक्षत्र र नेभिगेसन: चन्द्रमाको गतिका आधारमा गरिएको २7 नक्षत्रको विभाजन र ध्रुवताराको माध्यमबाट गरिएको दिशा-मापन केवल काव्य वा कल्पना होइनन्। ती साँचो, पर्यवेक्षण-आधारित व्यावहारिक खगोल-विज्ञान (Genuine Observational Astronomy) हुन्।

आर्यभटको मेकानिक्स: शास्त्रीय युगका खगोलविद् आर्यभटले प्रतिपादन गरेको 'पृथ्वीको अक्षीय घूर्णन' (Earth's Rotation) र ग्रहणको ज्यामितीय 'छाया सिद्धान्त' (Shadow Theory) प्रमाणयोग्य र गणितीय रूपमा स्थापित विज्ञान हुन्, जसले पौराणिक अन्धविश्वासलाई चिरेका थिए।

📊 आधुनिक खगोल-भौतिकी र प्राचीन चिन्तनको प्रमाण-आधारित प्रतिमान

प्राचीन विरासतको सम्मान र आधुनिक विज्ञानको ओजलाई वस्तुनिष्ठ रूपमा बुझ्न यो 'इविडेन्स चेक' तालिका सहयोगी हुने छ।

आधुनिक खगोल भौतिकी (Modern Astrophysics)	प्राचीन/शास्त्रीय सन्दर्भ (Ancient Paradigm)	समानताको प्रकार (Nature of Equivalence)
Singularity / Expanding Universe	हिरण्यगर्भ सूक्त र नासदीय सूक्त	**दार्शनिक/काव्यिक प्रेरणा (Poetic Parallel):** ब्रह्माण्ड एउटै ऊर्जा केन्द्रबाट चक्रिय रूपमा फैलन्छ भन्ने वैचारिक समानता छ, तर भौतिकी वा गणितीय प्रमाण होइन।
Scientific Inquiry / Uncertainty	नासदीय सूक्तको अन्तिम मन्त्र (१०.१२९.७)	**वैज्ञानिक चेतना (Intellectual Humility):** सत्य थाहा पाउन निरन्तर प्रश्न सोध्नुपर्छ भन्ने साझा वैचारिक दृष्टिकोण।
Axial Rotation & Eclipse Shadow	आर्यभटको 'आर्यभटीय' ग्रन्थ	**प्रमाणित खगोल-विज्ञान (Genuine Astronomy):** गणित र अवलोकनमा आधारित अकाट्य भौतिक तथ्य (नोट: आर्यभट शास्त्रीय युगका हुन्, वैदिक होइनन्)।
Cosmic Units & Lifecycle (AU, ly, pc, Nuclear Fusion, Nebula, Black Hole, Event Horizon)	प्राचीन ग्रन्थहरूमा यसको कुनै रूप उपलब्ध छैन	**विशुद्ध आधुनिक खोज (Modern-Only):** आधुनिक दूरबिन, नाभिकीय भौतिकी र गणितीय क्यालकुलसका आधुनिक प्रयोगात्मक उपलब्धि।

💡 अध्यायको मूल निष्कर्ष (Core Takeaway)

हिरण्यगर्भ वा नासदीय सूक्तले महाविस्फोट (Big Bang) को भौतिकी (Physics) वा क्वान्टम मेकानिक्सको गणित (Mathematics) दिँदैनन्। यिनको वास्तविक ऐतिहासिक मूल्य 'ब्रह्माण्ड कसरी सुरु भयो?' भन्ने मानव जातिको **शाश्वत जिज्ञासा जगाउनु** र दार्शनिक चेतनालाई उच्चतम उचाइ दिनुमा छ।

प्राचीन कालको यो वैचारिक जग र शास्त्रीय युगको नक्षत्र-अवलोकनको गौरवलाई आत्मसात् गर्दै; आधुनिक विज्ञानले नापेर, सूत्रबद्ध गरेर पत्ता लगाएका ताराहरूको जीवनचक्र र कृष्ण विवर जस्ता अत्याधुनिक खोजहरूलाई स्वतन्त्र रूपमा स्विकार्नु अनिवार्य हुन्छ। प्राचीन ज्ञानलाई अतार्किक अतिशयोक्ति (Exaggeration) मा नबदली र आधुनिक विज्ञानको श्रेयलाई कम नगरिकन दुवै बीचको तार्किक सीमारेखा बुझ्नु नै **सच्चा विज्ञान-वेद समन्वय** हो।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ **जे साँचो र बलियो छ (Genuine):** नासदीय र हिरण्यगर्भ सूक्तको गहन सृष्टि-जिज्ञासा (deep inquiry) र विनम्रता (humility)। नक्षत्र-अवलोकन (nakshatra astronomy) र पात्रो-गणना। आर्यभटको 'पृथ्वी आफ्नै अक्षमा घुम्छ' (Earth's rotation) भन्ने शास्त्रीय-युगीन खोज। र विराट् काल (vast time) को कल्पना। यी साँचो बौद्धिक उपलब्धि हुन्।

△ **जे व्याख्यात्मक/काव्यिक हो (Interpretive):** हिरण्यगर्भ/नासदीय = महाविस्फोट (Big Bang) प्रेरणादायी विषयगत समानता हो।

✗ **जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-only):** खगोलीय दूरीका एकाइ (AU/light-year/parsec), ताराको जीवनचक्र र नाभिकीय संलयन (fusion), नेबुला, कृष्ण विवर (black hole), इभेन्ट होराइजन, र अन्तरिक्ष प्रविधि (space technology) यि विज्ञानको भाषामा आएका छन्। ति भाषा वैदिक ग्रन्थमा थिएन।

निष्कर्ष (Conclusion): विज्ञान र वेद दुवै एउटै महाप्रश्न 'ब्रह्माण्ड कसरी सुरु भयो?' सँग भन्ने प्रश्न संग बारम्बार जुध्छन्। र नासदीय सूक्त र विज्ञान 'हामीलाई यस बारे पूरा थाहा छैन' भन्ने विनम्रता बाँड्छ। यो प्रश्न र जिज्ञासाको साँचो अभिसरण (convergence of question & inquiry) हो। भौतिकीको होइन। अतिशयोक्ति नगरी यही सन्तुलन कायम राख्नु नै सच्चा समन्वय हो।

अव हामि आधुनिक अवधारणा (Modern concept) र त्यसको समानान्तर वैदिक/प्राचीन सन्दर्भ (parallel ancient reference) को पुनवराबलोकन गरौँ।

आधुनिक अवधारणा (Modern)	प्राचीन सन्दर्भ (Ancient)	स्रोत (Source)	समानताको प्रकार (Type)
एकल उद्गम (Big Bang)	हिरण्यगर्भ — सुनौलो गर्भ	ऋग्वेद १०.१२१	काव्यिक समानता (Poetic)
सृष्टिको आरम्भ + जिज्ञासा	नासदीय — 'कसलाई थाहा?'	ऋग्वेद १०.१२९	जिज्ञासाको अभिसरण
विशाल कालमान (cosmic time)	युग / कल्प (yuga/kalpa)	पुराण परम्परा	स्केल-कल्पना (मापन होइन)

आधुनिक अवधारणा (Modern)	प्राचीन सन्दर्भ (Ancient)	स्रोत (Source)	समानताको प्रकार (Type)
पृथ्वीको घुमाइ (rotation)	आर्यभटको खोज	आर्यभटीय (५औं शता.)	साँचो खगोल-विज्ञान (classical)
तारा-अवलोकन/दिशा	नक्षत्र, ध्रुवतारा	वैदिक संहिता	प्रमाणित अवलोकन
AU/ly/parsec, कृष्ण विवर	वैदिक शब्द होइन।	आधुनिक विज्ञान	वैदिक समानता त्यति प्रष्ट छैन

मूल पाठ (Core Takeaway): वैदिक ऋषिले 'ब्रह्माण्ड कसरी सुरु भयो?' भन्ने महाप्रश्न सोधे र त्यसलाई विनम्रता (humility) सहित उठाए । यो साँचो र गौरवपूर्ण बौद्धिक विरासत (genuine intellectual heritage) हो। तर एकाइ, ताराको जीवनचक्र र कृष्ण विवर (units, star life-cycle & black holes) जस्ता खोज आधुनिक विज्ञानका देन ठान्नु पर्दछ। जहाँ विज्ञान घटाइँदैन, परम्परा अतिरञ्जित गरिँदैन र इमानदार समन्वय (honest synthesis) गरिन्छ त्यहाँ नै पूर्ण शिक्षा (complete education) को गुञ्जायस रहन्छ।

४ दैनिक जीवन र कक्षा-प्रयोग (Application & Practical Observation)

खगोल विज्ञान एउटा यस्तो विषय हो जसलाई कोठाभित्र बसेर घोकन्ते विद्यामा आफुलाई सिमित गर्नु गर्नुभन्दा खुला आकाशमुनि उभिएर नियाल्दा वास्तविक सिकाई प्राप्त हुन्छ। खगोलीय कौतुहलता र वैज्ञानिक दृष्टिकोण जगाउन निम्न व्यावहारिक र प्रयोगात्मक गतिविधिहरू गर्न सकिन्छ।

कक्षा-प्रयोग: रात्रि आकाशको अवलोकन र आकाशीय पिण्डहरूको पहिचान (Night Sky Observation)

आवश्यक सामग्रीहरू:

- एउटा सरल वा सादा टेलिस्कोप (Telescope) वा दूर्बिन (Binoculars)।
- स्मार्टफोन (Android वा iOS) र त्यसमा डाउनलोड गरिएका निःशुल्क स्टार-म्याप एपहरू (जस्तै: *Stellarium, SkyView, वा Star Walk*)।
- एउटा कम्पास (तर्फ वा दिशा पत्ता लगाउन)।

१. मोबाइल स्टार-म्याप एपको प्रयोग (Digital Astronomy)

- **विधि:** रातको समयमा खुला र उज्यालो कम भएको ठाउँ (जस्तै: घरको छत वा विद्यालयको चौर) मा बस्नुहोस्। आफ्नो मोबाइलको स्टार-म्याप एप खोल्नुहोस् र मोबाइललाई आकाशतर्फ फर्काउनुहोस्।
- **अवलोकन:** मोबाइलको स्क्रिनमा आकाशको जुन दिशामा फर्काइएको हो, त्यहाँ रहेका तारापुञ्जहरू (**Constellations** — जस्तै सप्तर्षि/Ursa Major, मृगशिरा/Orion), ग्रहहरू र ताराहरूको नाम प्रत्यक्ष रूपमा (Real-time) देखिन्छ।
- **वैज्ञानिक फाइदा:** यसले कुन तारा हो र कुन ग्रह हो भनी अलमल परेका विद्यार्थीहरूलाई सेकेन्डभरमै सही आकाशीय पिण्ड पहिचान गर्न सिकाउँछ।

२. टेलिस्कोप वा दूर्बिनबाट प्रत्यक्ष हेराई (Optical Observation)

- **विधि:** स्टार-म्याप एपबाट पहिचान गरिएका ग्रहहरू (जस्तै: बृहस्पति/Jupiter वा शुक्र/Venus) र चन्द्रमाको तर्फ टेलिस्कोपलाई सोझ्याउनुहोस् र लेन्स मिलाउनुहोस्।
- **अवलोकन:**
  - **चन्द्रमा:** चन्द्रमाको सतहमा रहेका खाल्डाहरू (**Craters**) र पहाडहरू स्पष्ट देखिन्छन्।
  - **ग्रहहरू:** बृहस्पतिको वरिपरि घुम्ने उसका चारवटा ठूला उपग्रहहरू (Galilean Moons) र शनिको वरिपरि रहेको सुन्दर चक्र (Ring) लाई धमिलो भए पनि प्रत्यक्ष रूपमा ठम्याउन सकिन्छ।
  - **मिल्की वे (Milky Way — आकाशगंगा):** जाडो वा गर्मी महिनाको अँध्यारो र सफा रातमा आकाशको बीचभागमा सेतो कुहिरो जस्तो फैलिएको खगोलीय पट्टी देखिन्छ, जुन हाम्रो आफ्नै आकाशगंगा 'मिल्की वे' को भित्री पाटो हो।

💡 दैनिक जीवनमा खगोल विज्ञानको उपयोग (Real-world Connection)

- **दिशा र समयको ज्ञान:** प्राचीन समयदेखि नै ध्रुवतारा (**Pole Star**) हेरेर दिशा पत्ता लगाउने र ताराहरूको अवस्थितिका आधारमा ऋतु र समय अनुमान गर्ने रैथाने प्रविधि र आधुनिक नेभिगेसन (GPS) को सिद्धान्त यसैमा आधारित छ।
- **भूउपग्रह र प्रविधि:** आज हामीले चलाउने इन्टरनेट, मौसम पूर्वानुमान, र टेलिभिजनका सिग्नलहरू अन्तरिक्षमा फनफनी घुमिरहेका कृत्रिम उपग्रहहरू (Satellites) का कारण सम्भव भएको हो, जसको सञ्चालन खगोल विज्ञानको नियम अनुसार हुन्छ।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway):
आकाश नै हाम्रो प्रयोगशाला हो: खगोल विज्ञान पुस्तकका पानामा मात्र सीमित छैन। रातको समयमा मोबाइलको एउटा सानो एप र एउटा दूर्बिनको मद्दतले अर्बौं किलोमिटर टाढा रहेका तारा र ग्यालेक्सीहरूलाई आफ्नै आँखाले नियाल्नुले **"म पनि ब्रह्माण्डको एउटा सानो अंश हुँ"** भन्ने गहिरो दार्शनिक र वैज्ञानिक चेतना जागृत गराउँछ।

५ मुख्य शब्दावली (Key Terms)

नेपाली शब्द	English Term / अर्थ
खगोलीय एकाइ	Astronomical Unit (AU)
प्रकाशवर्ष	Light year
पार्सेक	Parsec
नेबुला	Nebula — ताराको जन्मस्थल
कृष्ण विवर	Black hole
सुपरनोभा	Supernova
आकाशगंगा	Galaxy

६.१ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन (Exercises & Assessment)

क) अवधारणा प्रश्न *(Conceptual)*

१. खगोलीय दूरी मापन गर्न प्रयोग गरिने निम्न एकाइहरूलाई परिभाषित गर्दै तिनको गणितीय मान किलोमिटर (km) मा लेख्नुहोस्:

अ) खगोलीय एकाई (AU)

आ) प्रकाशवर्ष (ly)

इ) पार्सेक (pc)

सङ्केत: सूर्य-पृथ्वीको औसत दूरी, प्रकाशले एक वर्षमा तय गर्ने दूरी र ३.२६ प्रकाशवर्ष बराबरको सम्बन्ध खुलाउँदै आवश्यक वैज्ञानिक सङ्केतन (10^x) प्रयोग गर्नुहोस्।

२. 'नेबुला' (Nebula) लाई ताराहरूको नर्सरी वा जन्मकुण्डली किन भनिन्छ? यसको गर्भबाट तारा कसरी जन्मन्छ, छोटो व्याख्या गर्नुहोस्।

सङ्केत: अन्तरिक्षमा रहेको हाइड्रोजन, हिलियम र धुलोको बादलमा गुरुत्वाकर्षण सङ्कुचन भई नाभिकीय संलयन (10^7 °C मा) सुरु हुने प्रक्रिया बुझाउनुहोस्।

३. कृष्ण विवर (Black Hole) भनेको के हो? यसको अत्यधिक गुरुत्वाकर्षण हुनुको मुख्य भौतिक कारण के हो? स्पष्ट पार्नुहोस्।

सङ्केत: असीमित घनत्व र सघन द्रव्यमान भएको खगोलीय पिण्ड, जसबाट प्रकाश पनि उम्कन सक्दैन भन्ने तथ्य र यसको बाहिरी सीमारेखा (इभेन्ट होराइजन) को चर्चा गर्नुहोस्।

ख) विवेचनात्मक तथा समालोचनात्मक प्रश्नहरू *(Critical Thinking Questions)*

४. ताराहरूको मृत्युको स्वरूप तिनको सुरुवाती द्रव्यमान (Initial Mass) ले निर्धारण गर्छ। यस भनाइलाई हाम्रो सूर्य र सूर्यभन्दा १० गुणा ठूलो ताराको सम्भावित अन्त्य (Death Sequence) लाई तुलना गर्दै पुष्टि गर्नुहोस्।

सङ्केत: कम तौल भएका ताराहरू **श्वेत बौना (White Dwarf)** मा टुङ्गिने र विशाल ताराहरू **सुपरनोभा विस्फोट** हुँदै **न्युट्रोन तारा** वा **कृष्ण विवर** बन्ने चक्रको विवेचना गर्नुहोस्।

५. अन्तरिक्ष अन्वेषणमा अन्तर्राष्ट्रिय निकायहरूको भूमिका के-के छन्? नासा (NASA) र इस्रो (ISRO) का एक-एकवटा प्रमुख ऐतिहासिक सफलता उल्लेख गर्दै नेपालमा खगोल विज्ञान प्रवर्धन गर्न कुन संस्था क्रियाशील छ, लेख्नुहोस्।

सङ्केत: एपोलो/जेम्स वेब र चन्द्रयान/मङ्गलयानको चर्चा गर्दै नेपालको सन्दर्भमा **Nepal Astronomical Society (NASO)** को योगदान समेट्नुहोस्।

ग) अनुप्रयोग तथा प्रयोगात्मक प्रश्नहरू *(Application & Practical Questions)*

६. यदि एउटा तारा पृथ्वीबाट लगभग *१५* पार्सेक**को दूरीमा अवस्थित छ भने, उक्त ताराको दूरी प्रकाशवर्षमा कति होला? गणितीय हिसाब गरी निकाल्नुहोस्।**

सङ्केत: *१* पार्सेक = *३.२६* प्रकाशवर्षको सम्बन्ध प्रयोग गरी *१५* × *३.२६*को गणना गर्नुहोस्।

७. [परियोजना कार्य] पाठ्यपुस्तकमा दिइएको 'ताराको जीवनचक्र' (Life Cycle of Stars) को रेखाचित्रलाई आफ्नो अभ्यास पुस्तिकामा पेन्सिल स्केचमार्फत सुन्दर र सफा रूपमा पुनरावृत्ति

गर्नुहोस्। चित्र कोर्दा औसत तारा र विशाल ताराको मार्गलाई फरक-फरक रङ वा सङ्केत प्रयोग गरी कक्षाकोठामा प्रदर्शन गर्नुहोस्।

> ***सङ्केत:*** नेबुलाबाट सुरु भई दुईवटा फरक शाखाहरूमा विभक्त हुने प्रवाह तालिका (Flowchart) लाई चार्टपेपरमा उतार्नुहोस्।

६.१ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन - ब्रह्माण्ड: वैदिक दृष्टि (Vedic Universe: Exercises & Assessment)

क) अवधारणागत प्रश्नहरू *(Conceptual Questions)*

१. ऋग्वेदको दशौँ मण्डलमा रहेको 'नासदीय सूक्त' (१०.१२९.१) को "नासदासीन्नो सदासीत्तदानीं..." ऋचाले सृष्टिको आरम्भ हुनुभन्दा ठीक अघिको कस्तो अवस्थालाई चित्रण गर्दछ? यस दार्शनिक बुझाइ र आधुनिक विज्ञानको 'क्वान्टम भ्याकुम' (Quantum Vacuum) बीचको वैचारिक सम्बन्ध स्पष्ट पार्नुहोस्।

> ***सङ्केत:*** सृष्टिभन्दा पहिले पदार्थ (सत्) र शून्यता (असत्) दुवै नभएको, तर एक अनिर्वचनीय ऊर्जावान् आदिम अवस्था विद्यमान रहेको तथ्य र क्वान्टम भ्याकुमको ऊर्जा तरङ्ग बीचको दार्शनिक समानता खुलाउनुहोस्।

२. 'ब्रह्माण्ड' शब्दको शाब्दिक बनावट (ब्रह्म + अण्ड) ले कसरी एउटा गतिशील खगोलीय प्रतिमानलाई सङ्केत गर्दछ? ऋग्वेदको 'हिरण्यगर्भ सूक्त' (१०.१२१.१) ले सम्पूर्ण सृष्टिको प्रस्फुटनका लागि कुन महा-स्रोतलाई अघि सारेको छ, प्रतीकात्मक अर्थसहित व्याख्या गर्नुहोस्।

> ***सङ्केत:*** 'ब्रह्म' को अर्थ फैलिरहेको र 'अण्ड' को अर्थ अण्डाकार संरचना अर्थात् ब्रह्माण्ड लगातार फैलिरहेको (Expanding Universe) बुझाउँदै, एउटै साझा सुनौलो प्रकाशमय गर्भ (Single Initial State) बाट सम्पूर्ण तारा र आकाशगंगा प्रस्फुटित भएको भाव लेख्नुहोस्।

३. प्राचीन वैदिक-पौराणिक काल-गणनामा 'चतुर्युग' र 'कल्प' (Kalpa) भन्नाले के बुझिन्छ? 'ब्रह्माको एक दिन' लाई आधुनिक खगोल भौतिकीको कुन आकाशीय पिण्डको उमेरसँग तुलना गर्न सकिन्छ, गणितीय मान र वर्षसहित स्पष्ट पार्नुहोस्।

> ***सङ्केत:*** ४३ लाख २० हजार वर्षको एक महायुग र त्यस्ता १,००० महायुग मिलेर बन्ने ४ अर्ब ३२ करोड वर्षको १ कल्प (ब्रह्माको १ दिन) को गणना देखाउँदै, यसलाई पृथ्वीको वास्तविक उमेर (लगभग ४.५४ अर्ब वर्ष) को स्केलसँग तुलना गर्नुहोस्।

ख) विवेचनात्मक तथा समालोचनात्मक प्रश्नहरू *(Critical Thinking Questions)*

४. "पाँचौँ शताब्दीका खगोलविद् आर्यभटले समाजमा व्याप्त पौराणिक अन्धविश्वासलाई चिर्न भौतिक र ज्यामितीय प्रमाणको प्रयोग गरे।" यस कथनलाई उनले प्रतिपादन गरेको 'पृथ्वीको अक्षीय घूर्णन' (Earth's Rotation) र ग्रहणको 'छाया सिद्धान्त' (Shadow Theory) का आधारमा विवेचना गर्नुहोस्।

> ***सङ्केत:*** राहु-केतुले सूर्य/चन्द्रमा निल्ने कथालाई खण्डन गर्दै ग्रहण केवल एउटा पिण्डको छाया अर्कोमा पर्नु मात्र हो भन्ने आर्यभटको क्रान्तिकारी निष्कर्ष र गुडिरहेको डुङ्गाको सापेक्ष गतिको विम्ब प्रयोग गरी पृथ्वी आफ्नै अक्षमा घुम्ने तथ्य पुष्टि गरेको कुरा लेख्नुहोस्।

५. "सृष्टिको मूल रहस्य विज्ञान र वेद दुवैका लागि समान रूपमा गहन र अनुत्तरित छ।" पाठ्यपुस्तकको 'विज्ञान-वेद विश्लेषण' खण्डका आधारमा नासदीय सूक्तको अन्तिम मन्त्र (१०.१२९.७) मा व्यक्त 'बौद्धिक विनम्रता' र आधुनिक विज्ञानको 'एपिस्टेमोलोजिकल अनिश्चितता' (Epistemological Uncertainty) बीच समालोचनात्मक समीक्षा गर्नुहोस्।

सङ्केत: "सृष्टिको अध्यक्षलाई यो रहस्य थाहा छ वा सायद उसलाई पनि थाहा छैन" भन्ने वैदिक विनम्रता र 'बिग ब्याङ' भन्दा अघिको अवस्थालाई आज पनि गणितीय रूपमा व्याख्या गर्न नसक्ने आधुनिक विज्ञानको सीमा र खुला जिज्ञासाको भावनालाई आपसमा जोड्नुहोस्।

ग) अनुप्रयोग तथा प्रयोगात्मक प्रश्नहरू *(Application & Practical Questions)*

६. पाठ्यपुस्तकमा दिइएको 'प्रमाण-आधारित टिप्पणी' (Evidence Check) को कसीमा राखेर तल उल्लिखित प्राचीन तथा आधुनिक धारणाहरूलाई (अ) दार्शनिक/काव्यिक प्रेरणा, (आ) प्रमाणित खगोल-विज्ञान, र (इ) विशुद्ध आधुनिक खोज गरी तीनवटा महलमा वर्गीकरण गर्नुहोस्:

क) नाभिकीय संलयन (Nuclear Fusion), नेबुला, कृष्ण विवर (Black Hole), र इभेन्ट होराइजनको गणितीय सूत्रबद्धता।

ख) रातको आकाशलाई चन्द्रमाको गतिका आधारमा २७ नक्षत्र (Lunar Mansions) मा विभाजन गरी पञ्चाङ्ग निर्माण गर्नु।

ग) भागवत र विष्णु पुराणमा भनिएको 'साबुनको फिँजका फोकाहरू जस्तै अनगिन्ती समानान्तर ब्रह्माण्डहरू (Multiverse) एकसाथ अस्तित्वमा रहने' विम्ब।

घ) 'तपस्' (Cosmic Heat) बाट सृष्टि सुरु भएको भाव र प्रारम्भिक ब्रह्माण्ड अत्यधिक तातो थियो भन्ने आधुनिक थर्मल इन्फ्लेसनको अवधारणा।

७. [परियोजना कार्य] आधुनिक स्ट्रिङ थ्योरी (String Theory) ले स्विकारेका ११ आयामहरू (11 Dimensions) तथा बहु-ब्रह्माण्डको मोडेल र वैदिक साहित्यमा वर्णित १४ लोक एवं पुराणहरूको 'अनेक कोटि ब्रह्माण्ड' को विम्बलाई तुलना गर्दै एउटा प्रयोगात्मक प्रतिवेदन तयार पार्नुहोस्। उक्त प्रतिवेदनमा "प्राचीन ज्ञानलाई अतार्किक अतिशयोक्ति नगर्ने र आधुनिक विज्ञानको श्रेयलाई कम नगर्ने" सन्तुलन कसरी कायम राख्न सकिन्छ, आफ्नो निष्कर्ष प्रस्तुत गर्नुहोस्।

सङ्केत: दुवै अवधारणाले हामीले देख्ने संसार ब्रह्माण्डको एउटा सानो अंश मात्र हो भनी एउटै सत्यतर्फ औंल्याए तापनि १४ लोक र ११ आयाम बीच गणितीय र प्रयोगात्मक भिन्नता रहेको हुँदा यसलाई 'समानता स्केलको विराट् कल्पनामा छ, प्रयोगशालाको मापनमा होइन' भन्ने दृष्टिकोणका साथ चार्टपेपरमा फ्लोचार्ट बनाई प्रस्तुत गर्नुहोस्।

कक्षा १० • अध्याय ७

बल र चाल

Force and Motion (Advanced)

यस अध्यायमा ***In this chapter***

- न्यूटनका गति-नियम (Newton's Laws of Motion) को उन्नत प्रयोग गर्ने
- संवेग (Momentum, $p = mv$), आवेग (Impulse, $F \times t$) र संवेग-संरक्षण (Conservation of Momentum) बुझ्ने
- गुरुत्वाकर्षणको नियम (Law of Gravitation) र गुरुत्वीय त्वरण (g) व्याख्या गर्ने
- द्रव्यमान र भार (Mass & Weight) को भिन्नता, मुक्त पतन (Free Fall) र भारहीनता (Weightlessness) जान्ने

१ आधुनिक विज्ञानको व्याख्या *(Modern Science: Force & Motion)*

परिचय *Introduction*

कक्षा ९ मा हामीले बलको आधारभूत परिभाषा, सन्तुलित र असन्तुलित बल, दूरी, विस्थापन, चाल, वेग तथा न्यूटनका गतिका तीन नियमहरूको गुणात्मक अध्ययन गर्‍यौँ। कक्षा १० को यस उन्नत (Advanced) अध्यायमा हामी बल र चालको गणितीय मेकानिक्स भित्र प्रवेश गर्नेछौँ। यस अन्तर्गत संवेग (Momentum), संवेग संरक्षणको नियम (Law of Conservation of Momentum), न्यूटनको गुरुत्वाकर्षणको विश्वव्यापी नियम र त्यसको प्रयोगात्मक कडी, गुरुत्वप्रवेग (g) को गहिरो संरचना, स्वतन्त्र पतन (Free fall) र तौलविहीनता (Weightlessness) जस्ता जटिल भौतिकीय अवधारणाहरूको विस्तृत र गणितीय विश्लेषण गरिनेछ।

१. आधुनिक विज्ञानको विस्तृत व्याख्या (Detailed Explanation of Modern Science)

१.१ संवेग र आवेग *Momentum & Impulse*

संवेग (Momentum, p) भनेको वस्तुको द्रव्यमान (mass) र वेग (velocity) को गुणनफल हो। भौतिक विज्ञानमा गतिशीलताको परिमाणात्मक माप बुझ्न **संवेग** र बलको क्षणिक प्रभाव बुझ्न **आवेग**को अध्ययन गरिन्छ। गतिशील वस्तुलाई रोक्न कति गाह्रो हुन्छ भन्ने माप। भारी ट्रक र सानो मोटरसाइकल उही गतिमा चले पनि ट्रकलाई रोक्न गाह्रो हुनु यसैको कारण हो।

आवेग (Impulse, J) भनेको वस्तुमा लागेको बल (force) र त्यो बल लागेको समय (time) को गुणनफल हो। जब कुनै वस्तुमा अत्यधिक बल अत्यन्तै छोटो समयका लागि लाग्दछ, तब उक्त बल र लागेको समयको गुणनफललाई आवेग भनिन्छ। जुन संवेगको परिवर्तन (change in momentum) बराबर हुन्छ। त्यसैले क्रिकेटमा क्याच लिँदा हात पछाडि तान्नाले समय बढ्छ र बल घट्छ, चोट लाग्दैन।

मुख्य सूत्रहरू *Key Formulas*

संवेग (Momentum — p): गुडिरहेको कुनै पनि वस्तुको द्रव्यमान (Mass) र वेग (Velocity) को गुणनफललाई संवेग भनिन्छ। यो गतिशील वस्तुको धक्का दिने वा रैखिक गति कायम राख्ने क्षमताको माप हो।

$$\text{संवेग } (p) = \text{द्रव्यमान } (m) \times \text{वेग } (v) \Rightarrow \mathbf{p = mv}$$

- **गुण:** संवेग एक सदिश (Vector) राशि हो। यसको दिशा वस्तुको वेगको दिशामा नै हुन्छ।
- **SI एकाई:** किलोग्राम–मिटर प्रतिसेकेन्ड (kg · m/s वा kg · ms^{-1})।

आवेग (Impulse — I): जब कुनै वस्तुमा अत्यधिक बल अत्यन्तै छोटो समयका लागि लाग्दछ, तब उक्त बल र लागेको समयको गुणनफललाई आवेग भनिन्छ।

$$\text{आवेग } (I) = \text{बल } (F) \times \text{समय } (t) \Rightarrow \mathbf{I = F \cdot t}$$

- **संवेग र आवेगको सम्बन्ध (Impulse-Momentum Theorem):** न्यूटनको गतिको दोस्रो नियम अनुसार, बल भनेको संवेग परिवर्तनको दर हो ($F = \frac{mv-mu}{t} \Rightarrow F \cdot t = mv - mu$)।

  तसर्थ, **आवेग = संवेगमा आउने कुल परिवर्तन** हुन्छ।

- **SI एकाई:** न्यूटन–सेकेन्ड (N · s), जुन kg · m/s सँग समान हुन्छ।

संवेग: p = m × v **(एकाइ / unit: kg·m/s)**

आवेग: J = F × t = Δp = m(v − u) **(एकाइ / unit: N·s)**

संवेग-संरक्षणको नियम (Law of Conservation of Momentum):

सिद्धान्त: यदि कुनै दुई वा दुईभन्दा बढी वस्तुहरूको प्रणालीमा बाह्य असन्तुलित बलले काम गरेको छैन भने, तिनीहरूको टक्कर (Collision) हुनुभन्दा अगाडिको कुल संवेग र टक्कर भइसकेपछिको कुल संवेग सधैँ बराबर र अपरिवर्तित रहन्छ।

गणितीय प्रतिपादन (Derivation): मानौँ, द्रव्यमान m_1 र m_2 भएका दुईवटा बलहरू क्रमशः प्रारम्भिक वेग u_1 र u_2 ले एउटै सीधा रेखामा गुडिरहेका छन् (जहाँ $u_1 > u_2$)। टक्करपछि तिनीहरूको अन्तिम वेग क्रमशः v_1 र v_2 हुन पुग्छ।

टक्करको समयमा m_1 ले m_2 मा लगाएको क्रिया बल F_1 र m_2 ले m_1 मा लगाएको प्रतिक्रिया बल F_2 हो भने न्यूटनको तेस्रो नियम अनुसार:

$$F_1 = -F_2$$

यदि टक्कर t समयसम्म रह्यो भने दुवैतर्फ t ले गुणन गर्दा आवेग बराबर हुन्छ:

$$F_1 \cdot t = -F_2 \cdot t$$

आवेग-संवेग सम्बन्धबाट $(m_2 v_2 - m_2 u_2) = -(m_1 v_1 - m_1 u_1)$

$$m_2v_2 - m_2u_2 = -m_1v_1 + m_1u_1$$

$$\mathbf{m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2}$$

निष्कर्ष: टक्कर अघिको कुल संवेग = टक्कर पछिको कुल संवेग।

कुनै प्रणालीमा बाह्य बल (external force) नलागेको खण्डमा, टक्कर (collision) अघि र पछि कुल संवेग (total momentum) उही रहन्छ। यही नियमले **रकेटको उडान (rocket propulsion), बन्दुकको प्रतिक्षेप (recoil)** र सबै प्रकारका टक्करलाई व्याख्या गर्छ।

हल गरिएको उदाहरण — संवेग-संरक्षण *Worked Example*

प्रश्न (Question): ४ kg र २ kg का दुई गोला क्रमशः ३ m/s र विश्राम (rest) बाट अगाडि बढ्दै टक्कर पछि सँगै चल्छन् भने साझा वेग (common velocity) कति?

हल (Solution): टक्कर अघि कुल संवेग = (4 × 3) + (2 × 0) = 12 kg·m/s

टक्करपछि: (4 + 2) × v = 12 → v = 12 ÷ 6 = **2 m/s**

१.२ गुरुत्वाकर्षण *Gravitation*

न्यूटनको सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण नियम (Newton's Universal Law of Gravitation): ब्रह्माण्डका कुनै पनि दुई द्रव्यमान (masses) बीचको आकर्षण बल (attractive force) तिनका द्रव्यमानको गुणनफल (product of masses) सँग समानुपाती (proportional) र तिनीहरूबीचको दूरीको वर्ग (square of distance) सँग व्युत्क्रमानुपाती (inversely proportional) हुन्छ। यही बलले स्याउ रुखबाट खस्ने र चन्द्रमा (Moon) पृथ्वीको कक्षा (orbit) मा घुम्ने दुवैलाई व्याख्या गर्छ।

ब्रह्माण्डमा रहेका द्रव्यमान भएका प्रत्येक दुई पिण्डहरूले एकअर्कालाई आफ्नो केन्द्रतर्फ आकर्षित गर्दछन्। यो आकर्षण बल (F):

1. पिण्डहरूको द्रव्यमानको गुणनफलसँग ($m_1 \cdot m_2$) समानुपातिक हुन्छ: $F \propto m_1 \cdot m_2$
2. तिनीहरूको केन्द्रबिचको दूरीको वर्गसँग (d^2) व्युत्क्रमानुपातिक हुन्छ: $F \propto \frac{1}{d^2}$

दुबैलाई संयोजन गर्दा:

$$\mathbf{F = G\frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}}$$

जहाँ G **गुरुत्वाकर्षण अचलाङ्क (Universal Gravitational Constant)** हो। यसको मान सधैँ $\mathbf{6.67 \times 10^{-11}}$ $\mathrm{N \cdot m^2/kg^2}$ हुन्छ।

गुरुत्वप्रवेग (Acceleration due to gravity - g): कुनै पनि आकाशीय पिण्डको (जस्तै पृथ्वी) गुरुत्वाकर्षण बलका कारण स्वतन्त्र रूपमा तल खसिरहेको वस्तुमा उत्पन्न हुने त्वरणलाई गुरुत्वप्रवेग भनिन्छ।

- पृथ्वीको द्रव्यमान M र अर्धव्यास R तथा सतहमा रहेको वस्तुको द्रव्यमान m भए, $F = G\frac{Mm}{R^2}$ र $F = mg$ लाई तुलना गर्दा:

$$\mathbf{g = \frac{GM}{R^2}}$$

▦ मुख्य सूत्रहरू *Key Formulas*

$$F = G \times (m_1 \times m_2) \div r^2$$

गुरुत्व स्थिरांक (Gravitational Constant): $G \approx 6.674 \times 10^{-11}\ N{\cdot}m^2/kg^2$

गुरुत्वीय त्वरण (Acceleration due to gravity): $g = G{\cdot}M \div R^2 \approx 9.8\ m/s^2$

यहाँ $g \approx 9.8\ m/s^2$ पृथ्वीको सतहमा हुने गुरुत्वीय त्वरण (acceleration due to gravity) हो, जुन पृथ्वीको द्रव्यमान (M) र त्रिज्या (R) मा निर्भर गर्छ। चन्द्रमामा द्रव्यमान कम भएकाले g लगभग **१/६** मात्र हुन्छ।

१.३ द्रव्यमान, भार, मुक्त पतन र भारहीनता *Mass, Weight, Free Fall & Weightlessness*

- **द्रव्यमान (Mass):** वस्तुमा भएको पदार्थको परिमाण (quantity of matter, एकाइ kg); स्थान बदले पनि यो उही रहन्छ — पृथ्वी होस् वा चन्द्रमा।
- **भार (Weight):** द्रव्यमानमा गुरुत्वले दिने बल (W = m × g, एकाइ N); चन्द्रमामा g लगभग १/६ भएकाले भार पनि १/६ हुन्छ, तर द्रव्यमान उही।

स्वतन्त्र पतन (Free Fall): जब कुनै वस्तु बाह्य हावाको अवरोध (Air resistance) विना केवल गुरुत्वाकर्षण बलको मात्र प्रभावले तल खस्दछ, तब त्यसलाई स्वतन्त्र पतन भनिन्छ। निर्वात (Vacuum) मा गरिने पतन नै पूर्ण स्वतन्त्र पतन हो। यस्तो अवस्थामा गरुङ्गो र हल्का वस्तु सँगै भुइँमा खस्छन्।

तौलविहीनता (Weightlessness): जब कुनै वस्तुको प्रत्यक्ष तौल (Apparent Weight) शून्य हुन्छ, तब त्यस अवस्थालाई तौलविहीनता भनिन्छ।

कारणहरू:

1. वस्तु स्वतन्त्र पतन भइरहेको बेला (प्रतिक्रिया बल $R = m(g - a)$ मा जब $a = g$ हुन्छ, तब $R = 0$ हुन्छ)।
2. अन्तरिक्षयान वा उपग्रह पृथ्वीको अक्षमा परिक्रमा गरिरहेको अवस्थामा (जहाँ केन्द्रापसारक बल (Centrifugal Force) र गुरुत्वाकर्षण बल (Gravitational Force / Gravity) सन्तुलित हुन्छन्)।
3. पृथ्वीको केन्द्रमा (जहाँ $g = 0$ हुन्छ)।

- **मुक्त पतन (Free Fall):** केवल गुरुत्वको प्रभावमा खस्ने अवस्था; वायु प्रतिरोध (air resistance) नगण्य भए सबै वस्तु — भारी वा हल्का — एउटै g ले खस्छन्। **ग्यालिलियो (Galileo)** को यही ऐतिहासिक निष्कर्ष थियो।
- **भारहीनता (Weightlessness):** मुक्त पतनमा रहँदा वस्तुले भार अनुभव गर्दैन। अन्तरिक्ष यात्री (astronauts) कक्षामा पृथ्वी वरिपरि निरन्तर 'खस्दै' (free fall) भएकाले भारहीन महसुस गर्छन् — गुरुत्व नभएर होइन।

💡 भ्रम निवारण *Common Misconception*

'अन्तरिक्षमा गुरुत्व हुँदैन' भन्नु गलत हो। अन्तरिक्ष स्टेशन (ISS) मा पनि गुरुत्व लगभग ९०% हुन्छ; अन्तरिक्ष यात्री भारहीन देखिनुको साँचो कारण उनीहरू र स्टेशन दुवै एकैसाथ पृथ्वीतिर निरन्तर मुक्त पतनमा हुनु हो।

बल र चाल — वैदिक दृष्टि

Force and Motion — The Vedic View

आधुनिक विज्ञानले बल (Force), संवेग (Momentum) र गुरुत्वाकर्षण (Gravitation) लाई गणितीय सूत्र (mathematical formulas) मार्फत परिभाषित गर्नुभन्दा हजारौँ वर्षअघि नै वैदिक ऋषिहरूले 'पृथ्वीले सबैलाई कसरी धारण गर्छ?' (What holds everything?) र 'वस्तु किन चल्छ वा रोकिन्छ?' (Why do things move or stop?) भन्ने आधारभूत प्रश्नहरू सोधेका थिए। उनीहरूको उत्तर सूत्र-रूपमा थिएन; बरु गहिरो अवलोकन (deep observation) र दार्शनिक अन्तर्दृष्टि (philosophical insight) का रूपमा थियो। जसलाई पछि शास्त्रीय-युगका (classical-era) गणितज्ञहरूले सूत्रबद्ध पनि गरे।

२ सम्बन्धित वैदिक/प्राचीन सन्दर्भ *(Vedic Reference)*

२.१ महर्षि कणादको वैशेषिक सूत्र: संवेग र गतिको उन्नत मेकानिक्स

महर्षि कणादले ईसापूर्व दोस्रो शताब्दीमा 'वैशेषिक सूत्र' मार्फत बल, संवेग र गतिको गुणात्मक संरचनालाई अत्यन्तै वैज्ञानिक ढङ्गले प्रतिपादन गर्नुभएको थियो। संवेग (Momentum) को अवधारणा र बलले गतिमा ल्याउने परिवर्तनलाई वैशेषिक दर्शनको भाषामा 'संस्कार' र 'कर्म' को कडीमा बुझाइएको छ।

गतिको निरन्तरता र संवेग स्थानान्तरणलाई बुझाउन प्रशस्तपाद भाष्य र वैशेषिक सूत्रमा भनिएको छ:

> ***वेगः कर्मजातो विशेषकार्यहेतुः नियतदिक्क्रियाप्रबन्धहेतु***
> ***स्पर्शवद्द्रव्यसंयोगविशेषविरोधी क्रियाप्रबन्धहेतुः ।***
>
> — पदार्थधर्मसङ्ग्रह (संस्कार निरूपण)

प्राचीन अर्थ र वैचारिक अभिसरण:

1. **वेगः कर्मजातो विशेषकार्यहेतुः:** वस्तुमा उत्पन्न हुने वेग वा संवेग प्रारम्भिक कर्म (बलको प्रयोग) बाट जन्मिन्छ र यसले वस्तुमा विशिष्ट कार्य (विस्थापन वा प्रभाव) पैदा गर्छ।
2. **नियतदिक्क्रियाप्रबन्धहेतु:** यसले वस्तुको गतिलाई एक निश्चित दिशा र प्रवाह (Linear Momentum/Vector state) प्रदान गर्छ। बल जुन दिशामा लगाइन्छ, गतिको प्रबन्ध र संवेग पनि त्यतै स्थानान्तरण हुन्छ।
3. **संयोगविशेषविरोधी:** जब यो गतिको विपरीत दिशामा अर्को कुनै अवरोध वा टक्कर (Collision/Opposite Force) आउँछ, तब दुईवटा वस्तुहरूको संवेग र बल एकापसमा सन्तुलित वा परिमार्जित हुन पुग्दछ। यो प्राचीन दार्शनिक आधार

न्यूटनको गति सम्बन्धी दोस्रो नियम र संवेग संरक्षणको नियमको बलियो गुणात्मक स्वरूप हो।

२. २ गुरुत्वाकर्षण — 'धारण-शक्ति' को अवधारणा *Gravitation — the holding force*

आधुनिक विज्ञानको **सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण नियम (Universal Law of Gravitation)** ले पृथ्वीले वस्तुलाई तान्ने र चन्द्रमालाई कक्षा (orbit) मा राख्ने बललाई व्याख्या गर्छ। हजारौँ वर्षअघि, ऋग्वेदको **हिरण्यगर्भ सूक्त (Hiraṇyagarbha Sūkta)** ले त्यही सर्वव्यापी शक्तिलाई 'धारण गर्ने' (dhāraṇa — that which holds) शक्तिका रूपमा प्रतीकात्मक (symbolically) प्रस्तुत गरेको छ:

> ***स दाधार पृथिवीं द्यामुतेमां ॥***
>
> — ऋग्वेद १०.१२१.१ (हिरण्यगर्भ सूक्त — अंश)

सरल अर्थ (Meaning): "त्यो (परम शक्ति) ले पृथ्वी (Earth) र आकाश (Sky) — दुवैलाई धारण गऱ्यो (held / supported)।" अर्थात्, कुनै एउटा अदृश्य, सर्वव्यापी शक्तिले नै पृथ्वी र आकाशीय पिण्डहरूलाई आ-आफ्नो स्थानमा सन्तुलित (balanced) राखेको छ।

💡 विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

- **सर्वव्यापी धारण-शक्ति (A universal holding force):** 'धारण' ले प्रकृतिमा एउटा यस्तो शक्ति छ जसले सबै पिण्डलाई सन्तुलनमा राख्छ भन्ने अवलोकन दिन्छ — यो गुरुत्वाकर्षण (gravity) को भावसँग विषयगत रूपमा मिल्छ।
- **पतन र सन्तुलन (Falling & balance):** पृथ्वीले वस्तुलाई 'तल' तान्नु र आकाशीय पिण्डलाई कक्षामा 'थाम्नु' — यी एउटै धारण-शक्तिका रूप हुन् भन्ने आधुनिक बुझाइको प्रतीकात्मक पूर्वाभास यहाँ देखिन्छ।

🔍 प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ जे साँचो र बलियो छ (Genuine): प्रकृतिमा एउटा सर्वव्यापी 'धारण/सन्तुलन शक्ति' (a universal balancing force) रहेको भन्ने अवलोकन प्राचीन विचारको उत्कृष्ट दार्शनिक संवृत्ति (philosophical insight) हो — 'पृथ्वीलाई केले थाम्छ?' भन्ने प्रश्न आफैँमा गहन छ।

△ जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation): 'धारण' एक काव्यिक/आध्यात्मिक विम्ब (metaphor) हो; यसमा $F = G \cdot m_1 m_2 / r^2$ जस्तो सूत्र, गुरुत्व स्थिरांक (G), वा कक्षाको गणित (orbital mathematics) थिएन। वेदमा गुरुत्वाकर्षणको अबधारणा थियो। तर सूत्र थियो भन्नु चाँही अतिशयोक्ति हुन्छ।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway): 'धारण-शक्ति' लाई गुरुत्वाकर्षणको प्रत्यक्ष प्रमाण होइन, बरु 'पृथ्वीलाई केले थाम्छ?' भन्ने शाश्वत प्रश्न जगाउने **महान् दार्शनिक प्रेरणा** का रूपमा बुझ्नु नै साँचो वैज्ञानिक दृष्टिकोण हो।

२.३ जडत्व र गति - 'बल विना गति हुँदैन' *Inertia & motion*

न्यूटनको गति-नियम (Newton's Laws of Motion) ले बल, जडत्व (inertia) र गति (motion) बीचको सम्बन्ध स्थापित गर्छ। प्राचीन **वैशेषिक दर्शन (Vaiśeṣika philosophy)** मा **'वेग' (vega — impetus / momentum-जस्तो अवधारणा)** र **'संस्कार' (saṃskāra — persisting tendency)** जस्ता शब्दहरूमार्फत गतिको विश्लेषण गरिएको थियो। ऋग्वेदमा घुम्ने चक्रलाई बाहिरी बलले चलाउनुपर्ने भाव पाइन्छ:

> ***अनिच्छन् न वृत्तानि निवर्तन्ति भाना ।***
>
> — ऋग्वेद १.१६४ बाट प्रेरित भाव

सरल अर्थ (Meaning): जुन (चक्र/पिण्ड) आफैँ इच्छाले घुम्दैनन्, तिनलाई बाहिरी बल (external force) ले नै चलाउनुपर्छ। (टिप्पणी: यो मूल पाठको प्रत्यक्ष अनुवाद होइन — प्रेरित भावानुवाद हो।) वैशेषिकका अनुसार **'वेग' (impetus)** ले चलिरहेको वस्तुलाई चलिरहन दिन्छ र अवरोध (resistance) ले रोक्छ।

विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

- **जडत्व (Inertia) को भाव:** 'वस्तु आफैँ चल्दैन, बल चाहिन्छ' भन्ने अवलोकन जडत्व — वस्तुको अवस्था कायम राख्ने प्रवृत्ति — को दैनिक अनुभवसँग मिल्छ।
- **वेग र संवेग (Vega & momentum):** वैशेषिकको 'वेग' ले गतिशील वस्तुमा रहेको 'चलिरहने प्रवृत्ति' जनाउँछ — जुन आधुनिक संवेग (momentum, $p = mv$) को अवधारणासँग जोडिन्छ।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ **जे साँचो र बलियो छ (Genuine):** गति, अवरोध र 'वेग' (impetus) बारे वैशेषिक दर्शनको विश्लेषण गतिको प्रकृति बुझ्ने प्राचीन बौद्धिक प्रयास (genuine early theorizing) हो।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation):** यी अवलोकन गुणात्मक (qualitative) थिए। न्यूटनको पहिलो नियम भने सूक्ष्म छ। बल नलागे गतिशील वस्तु **निरन्तर एकनासले चलिरहन्छ** भन्ने यसको मूल बुँदा हो। त्यसैले 'वेदमा न्यूटनको नियम थियो' भन्नु ठीक होइन।

मुख्य सिकाइ (Key Takeaway): वैदिक/वैशेषिक 'वेग' लाई गति-नियमको प्रत्यक्ष सूत्र नमानी, गतिको रहस्य बुझ्ने **प्राचीन जिज्ञासाको उत्कृष्ट उदाहरण** का रूपमा हेर्नु उपयुक्त हुन्छ।

२.४ भास्कराचार्यको 'आकृष्टिशक्ति' - गुरुत्वको मौलिक सिद्धान्त *Bhāskara's theory of gravity*

सर आइज्याक न्यूटनले गुरुत्वाकर्षणको गणितीय नियम प्रतिपादन गर्नुभन्दा करिब ५०० वर्ष अगाडि, १२औँ शताब्दीका महान् गणितज्ञ तथा खगोलशास्त्री भास्कराचार्यले आफ्नो प्रसिद्ध ग्रन्थ 'सिद्धान्त शिरोमणि' (गोलाध्याय खण्ड) मा पृथ्वीको केन्द्रिय आकर्षण बल र आकाशीय पिण्डहरूको सन्तुलनको स्पष्ट व्याख्या गर्नुभएको थियो:

आकृष्टशक्तिश्च मही तया यत्
खस्थं गुरुस्वाभिमुखं स्वशक्त्या।
आकृष्यते तत् पततीव भाति
समे समन्तात् क्व पतत्वियं खे॥

— सिद्धान्त शिरोमणि (भुवनकोश, श्लोक ६)

सरल अर्थ र वैज्ञानिक भाव: पृथ्वीको गर्भमा एउटा विशिष्ट आकर्षण शक्ति (Inherent Attractive Force) हुन्छ। यसै शक्तिका कारण पृथ्वीले अन्तरिक्ष वा आकाशमा रहेका भारी वस्तुहरूलाई आफ्नो केन्द्रतर्फ आकर्षित गर्दछ। बाह्य रूपमा हेर्दा ती वस्तुहरू पृथ्वीमा खसिरहेको जस्तो देखिन्छन्। तर वास्तवमा ती पृथ्वीको केन्द्रिय आकर्षण बलद्वारा तानिएका हुन्। यो तार्किक आधार आधुनिक विज्ञानको गुरुत्वाकर्षण र गुरुत्वप्रवेग (g) को अवधारणागत पूर्वरूप हो।

वैदिक 'धारण' को दार्शनिक भावलाई १२औं शताब्दीका महान् गणितज्ञ-खगोलविद् **भास्कराचार्य (Bhāskara II, 1114–1185 CE)** ले आफ्नो ग्रन्थ **'सिद्धान्तशिरोमणि' (Siddhānta Śiromaṇi)** मा उल्लेखनीय स्पष्टतासाथ प्रस्तुत गरे। **न्यूटन (Newton) भन्दा लगभग ५०० वर्ष अगाडि** उनले लेखे पृथ्वीसँग एक **'आकृष्टिशक्ति' (ākṛṣṭi-śakti — attractive force) [आकर्षण-शक्ति (attractive force)]** छ; त्यसैले आकाशमा रहेको गह्रौँ वस्तुलाई पृथ्वीले आफ्नै शक्तिले आफूतिर तान्छ, र त्यो वस्तु पृथ्वीमा 'खसेको' जस्तो देखिन्छ। जब चारैतिर आकाश समान छ, त भला यो पृथ्वी कता खस्ने?" अर्थात् पृथ्वी कतै खस्दैन, बरु आफ्नै आकर्षण-शक्तिले सन्तुलनमा रहन्छ।

विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

- **आकर्षण-शक्ति (Attractive force):** भास्कराचार्यको 'आकृष्टिशक्ति' आधुनिक गुरुत्वाकर्षण (gravity) सँग उल्लेखनीय रूपमा मिल्छ — वस्तु 'तल खस्नु' भनेको पृथ्वीले तानेको हो भन्ने बुझाइ।
- **पृथ्वी किन खस्दैन? (Why doesn't Earth fall?):** 'चारैतिर आकाश समान भएकाले पृथ्वी कतै खस्दैन' भन्ने उनको तर्क सन्तुलित बल (balanced forces) को गहिरो भौतिक अन्तर्दृष्टि हो।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ **जे साँचो र बलियो छ (Genuine):** भास्कराचार्यको 'आकृष्टिशक्ति' (attractive force of the Earth) साँचो, मौलिक वैज्ञानिक अन्तर्दृष्टि (genuine scientific insight) हो — न्यूटनभन्दा ~५०० वर्षअघि नै पृथ्वीको आकर्षण-शक्तिको स्पष्ट कथन। यो पूर्वीय गणित-खगोल परम्पराको गौरवपूर्ण उपलब्धि हो।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation):** भास्कराचार्य **वैदिक कालका होइनन्, शास्त्रीय-युग (classical era, 12th c. CE) का गणितज्ञ हुन्** । यो ऐतिहासिक भिन्नता महत्त्वपूर्ण छ। साथै उनले गुरुत्व-बलको गणितीय सूत्र ($F = G \cdot m_1 m_2 / r^2$) वा गुरुत्व स्थिरांक (G) निकालेका थिएनन्।

✗ **जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-Only):** गुरुत्व स्थिरांक (G) को मापन, कक्षाको सटीक गणित, र सापेक्षतावाद (General Relativity) मा गुरुत्वको आधुनिक व्याख्या (space-time curvature) — यी विशुद्ध आधुनिक विज्ञानका उपलब्धि हुन्।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway): भास्कराचार्यको योगदानलाई सही ऐतिहासिक सन्दर्भ (शास्त्रीय युग) मा राखेर हेर्दा, यो अतिशयोक्तिविनै गर्व गर्न लायक साँचो खगोल-विज्ञान हो।

२. ५ आकाशीय गति र ऋत — नियमित चाल *Celestial motion & cosmic order*

बल र गतिको सबैभन्दा भव्य प्रदर्शन आकाशमा देखिन्छ । ग्रह (planets) र नक्षत्र (stars) को नियमित, चक्रीय गति (regular, cyclic motion)। वैदिक कालदेखि नै भारतीय खगोल-परम्पराले सूर्य-चन्द्र-ग्रहको गति नियालेर **'ऋत' (ṛta — the cosmic order / नियमितता)** को अवधारणा विकास गर्‍यो। ब्रह्माण्ड अनियन्त्रित होइन, निश्चित नियम (laws) अनुसार चल्छ भन्ने विश्वास दियो। पछि **आर्यभट (Āryabhaṭa, 5th c. CE)** ले पृथ्वीको अक्षीय घूर्णन (Earth's rotation) र ग्रह-गतिलाई गणितीय रूपमा व्याख्या गरे।

विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

- **ऋत — ब्रह्माण्डीय नियम (Cosmic order/law):** 'ऋत' ले प्रकृति निश्चित नियम अनुसार चल्छ भन्ने विश्वास राख्छ — यही 'प्रकृतिका नियम' (laws of nature) खोज्ने आधुनिक वैज्ञानिक भावनाको दार्शनिक जग हो।
- **चक्रीय/कक्षीय गति (Cyclic/orbital motion):** ग्रह-नक्षत्रको नियमित पुनरावृत्तिको अवलोकनले कक्षीय गति (orbital motion) को प्रारम्भिक बुझाइ देखाउँछ।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ **जे साँचो र बलियो छ (Genuine):** ग्रह-नक्षत्रको नियमित गतिको अवलोकन र 'ऋत' (cosmic order) को अवधारणा साँचो अवलोकन-आधारित खगोल-विज्ञान र गहिरो दार्शनिक जग हो। आर्यभटको पृथ्वीको घुमाइ (Earth's rotation) को निष्कर्ष त प्रमाणयोग्य, मौलिक विज्ञान हो।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation):** 'ऋत' मूलतः नैतिक-ब्रह्माण्डीय व्यवस्था (moral-cosmic order) को दार्शनिक अवधारणा हो; यसमा गति वा गुरुत्वको गणितीय नियम थिएन। आर्यभट पनि शास्त्रीय-युगका हुन्, वैदिक होइनन्।

✗ **जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-Only):** केप्लरका ग्रह-गति नियम (Kepler's Laws), न्यूटनको गुरुत्वबाट कक्षाको व्याख्या, र आधुनिक कक्षीय-यान्त्रिकी (orbital mechanics) विशुद्ध आधुनिक विज्ञानका उपलब्धि हुन्।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway): 'ऋत' र प्राचीन ग्रह-अवलोकनलाई 'प्रकृति नियमबद्ध छ' भन्ने वैज्ञानिक भावनाको प्रेरक जग मान्नु पर्छ। साथ साथै गति-नियमको सूत्र को लागि आधुनिक विज्ञानलाई श्रेय दिनुनै सन्तुलित दृष्टि हो।

३ विज्ञान र वेद — विश्लेषण *(Science–Veda Analysis)*

बल, गति र गुरुत्वाकर्षणलाई लिएर प्राचीन पूर्वीय चिन्तन र आधुनिक भौतिकी (Physics) बीचको सम्बन्धलाई गहिरो गरी केलाउँदा, दार्शनिक विम्ब (philosophical metaphor), शास्त्रीय-युगको मौलिक विज्ञान (classical-era science) र आधुनिक सूत्र (modern formulas) बीचको स्पष्ट सीमारेखा बुझ्नु अनिवार्य छ।

विज्ञान र वेदबीचको इमानदार विश्लेषण (Honest Analysis)

- **अवधारणागत अभिसरण (Conceptual Convergence):** महर्षि कणादले बल र गतिको सम्बन्धलाई "संयोगविशेषविरोधी" र "नियतदिक्क्रिया" भन्नु तथा भास्कराचार्यले पृथ्वीको केन्द्रतर्फ लाग्ने बललाई "आकृष्टशक्ति" भनी प्रतिपादन गर्नुले के प्रमाणित गर्छ भने हाम्रा पुर्खाहरूले प्रकृतिको गहिरो निरीक्षण गरेर गुरुत्वाकर्षण, आकर्षण र संवेग स्थानान्तरणको आधारभूत सिद्धान्त (Core Concepts) संसारमा सबैभन्दा पहिले पहिचान गरेका थिए। यो पूर्वीय सभ्यताको साँचो र गौरवपूर्ण बौद्धिक इतिहास हो।

- **गणितीय र प्रयोगात्मक सीमा (Quantitative and Empirical Limits):** यहाँनेर हामीले प्राज्ञिक इमानदारिता कायम राख्नुपर्छ। प्राचीन र मध्यकालीन ग्रन्थहरूमा यी नियमहरू गुणात्मक र दार्शनिक सिद्धान्त (Qualitative Principles) का रूपमा थिए। आधुनिक विज्ञानमा पढिने संवेग संरक्षणको गणितीय समीकरण ($m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$), गुरुत्वाकर्षण अचलाङ्कको निश्चित मापन ($G = 6.67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2/kg^2}$) र पृथ्वीको सतहमा गुरुत्वप्रवेगको प्रयोगात्मक नाप ($g = 9.8\ \mathrm{m/s^2}$) विशुद्ध रूपमा आधुनिक प्रयोगशाला, क्याल्कुलस गणित र आधुनिक भौतिकशास्त्रको स्वतन्त्र खोज हो।

अध्यायको मूल पाठ (Core Takeaway): 'प्राचीन ग्रन्थहरूले हामीलाई प्रकृतिको नियम बुझ्ने 'अवधारणागत जग र प्रेरणा' (Philosophical Inspiration) दिन्छन् भने आधुनिक विज्ञानले त्यसलाई प्रयोगशालामा नापेर 'गणितीय र व्यावहारिक प्रमाण' (Empirical Proof) प्रदान गर्दछ। दुवै प्रतिस्पर्धी होइनन्, बरु सत्य बुझ्ने मानव सभ्यताको साझा यात्राका सहयात्री हुन्।

३.१ दार्शनिक अभिसरण *Philosophical Convergences*

- **धारण-शक्ति र गुरुत्वाकर्षण:** हिरण्यगर्भ सूक्तको 'पृथ्वी-आकाशलाई धारण गर्ने शक्ति', र आधुनिक गुरुत्वाकर्षण (gravity) बीच विषयगत मेल (thematic parallel) छ। तर यो काव्यिक समानता हो, सूत्र होइन।
- **वेग र संवेग:** वैशेषिक दर्शनको 'वेग' (impetus) र आधुनिक 'संवेग' (momentum, p = mv) बीच अवधारणागत प्रतिध्वनि (conceptual echo) सुनिन्छ।

३.२ प्रमाणित मौलिक विज्ञान *Genuine Classical Science*

- **भास्कराचार्यको 'आकृष्टिशक्ति':** पृथ्वीको आकर्षण-शक्तिको स्पष्ट कथन (१२औं शता.), न्यूटनभन्दा शताब्दीऔँ अगाडिको साँचो वैज्ञानिक अन्तर्दृष्टि हो। (नोट: शास्त्रीय युग, वैदिक होइन।)
- **आर्यभटको गति-अवलोकन:** पृथ्वीको अक्षीय घूर्णन (Earth's rotation) र ग्रह-गतिको गणितीय व्याख्या प्रमाणयोग्य, अकाट्य खगोल-विज्ञान।

३.३ वैज्ञानिक भावना *The Scientific Spirit*

'ऋत' (cosmic order) को अवधारणाले 'ब्रह्माण्ड नियमबद्ध छ' भन्ने विश्वास राख्यो । जुन 'प्रकृतिका नियम खोज्ने' आधुनिक वैज्ञानिक भावना (scientific spirit) कै दार्शनिक जग हो। यो नियम-खोजी नै वेददेखि न्यूटनसम्म साझा छ।

आधुनिक भौतिकी र प्राचीन चिन्तनको प्रमाण-आधारित प्रतिमान

आधुनिक अवधारणा (Modern)	प्राचीन प्रतिमान (Ancient)	भौतिकीय/दार्शनिक अर्थ (Meaning)
गुरुत्वाकर्षण (Gravitation)	'स दाधार' — धारण-शक्ति (ऋग्वेद १०.१२१)	दार्शनिक/काव्यिक प्रेरणा (Poetic Parallel)
आकर्षण-शक्ति (Attractive force)	'आकृष्टिशक्ति' — भास्कराचार्य (१२औं शता.)	प्रमाणित मौलिक विज्ञान (Genuine — classical)
संवेग/जडत्व (Momentum/Inertia)	वेग/संस्कार — वैशेषिक दर्शन	अवधारणागत प्रतिध्वनि (Conceptual echo)
प्रकृतिका नियम (Laws of nature)	ऋत (Cosmic order)	वैज्ञानिक भावना (Scientific spirit)
पृथ्वीको घुमाइ (Rotation)	आर्यभटको 'आर्यभटीय' (५औं शता.)	प्रमाणित खगोल-विज्ञान (Genuine astronomy)
$F=G\cdot m_1m_2/r^2$, G, मुक्त पतन, कक्षीय गणित	— (कुनै वैदिक सूत्र छैन)	विशुद्ध आधुनिक खोज (Modern-Only)

अध्यायको मूल निष्कर्ष ***Core Takeaway***

हिरण्यगर्भ सूक्तको 'धारण-शक्ति' ले गुरुत्वाकर्षणको भौतिकी (physics) वा सूत्र दिँदैन; यसको मूल्य 'पृथ्वीलाई केले थाम्छ?' भन्ने शाश्वत जिज्ञासा जगाउनुमा छ। तर भास्कराचार्यको 'आकृष्टिशक्ति' र आर्यभटको गति-अवलोकन भने साँचो, मौलिक वैज्ञानिक उपलब्धि हुन् । यद्यपि ती शास्त्रीय-युगका हुन्, वैदिक होइनन्।

सन्तुलन नै सत्य हो: प्राचीन दार्शनिक जिज्ञासा र शास्त्रीय-युगको मौलिक विज्ञानको गौरवलाई आत्मसात् गर्दै, संवेग-संरक्षण, $F = G\cdot m_1m_2/r^2$, $g \approx 9.8\ m/s^2$ जस्ता आधुनिक सूत्रलाई स्वतन्त्र आधुनिक

उपलब्धिका रूपमा स्विकार्नु — अर्थात् परम्परालाई अतिरञ्जित नगरी र विज्ञानको श्रेय नघटाई दुवैको सीमारेखा बुझ्नु — नै **सच्चा विज्ञान-वेद समन्वय** हो।

४ दैनिक जीवन र कक्षा-प्रयोग *(Application & Practical Lab)*

बल र गतिका नियम पुस्तकमा मात्र सीमित छैनन् । तिनलाई प्रत्यक्ष प्रयोग (hands-on experiment) मार्फत अनुभव गर्दा सिकाई दिगो हुन्छ।

कक्षा-प्रयोग: मुक्त पतन र वायु प्रतिरोध *Classroom Experiment*

आवश्यक सामग्री (Materials): कागजको एक पाना (paper sheet), उही आकारको दोस्रो पाना, र एउटा सानो ढुंगा वा सिक्का (coin)।

विधि (Method): (१) कागज र ढुंगा एउटै उचाइबाट एकैचोटि खसाल्नुहोस् — ढुंगा छिटो पर्छ (वायु प्रतिरोध / air resistance ले कागजलाई ढिलो पार्छ)। (२) अब कागजलाई बेस्सरी खुम्च्याएर सानो बल (ball) बनाई फेरि ढुंगासँगै खसाल्नुहोस्।

अवलोकन (Observation): दोस्रो पटक दुवै लगभग **सँगै** भुइँमा पुग्छन्।

वैज्ञानिक कारण (Reason): वायु प्रतिरोध नगण्य भएपछि सबै वस्तु — भारी वा हल्का — एउटै गुरुत्वीय त्वरण ($g \approx 9.8\ m/s^2$) ले खस्छन्। यही **ग्यालिलियोको मुक्त पतन (free fall)** को सिद्धान्त हो।

दैनिक जीवनमा बल र गतिको उपयोग *Real-world Connection*

- **सुरक्षा (Safety):** गाडीको एयरब्याग (airbag) र सिटबेल्टले टक्करको समय बढाई बल घटाउँछन् (आवेग / impulse को सिद्धान्त) — त्यसैले चोट कम हुन्छ।
- **रकेट र उपग्रह (Rockets & satellites):** रकेट पछाडि ग्यास फ्याँकेर अगाडि बढ्नु र उपग्रह कक्षामा घुम्नु — संवेग-संरक्षण र गुरुत्वाकर्षणकै प्रत्यक्ष प्रयोग हुन्।

खेलकुद (Sports): क्रिकेटमा क्याच लिँदा हात पछाडि तान्नु, वा लामो कुदमा घुँडा खुम्च्याएर अवतरण गर्नु — आवेग घटाउने व्यावहारिक तरिका हुन्।

प्रयोग १: कँच्चा (Marbles) को टक्करबाट संवेग संरक्षणको प्रदर्शन

उद्देश्य: संवेग संरक्षणको नियमलाई व्यावहारिक रूपमा बुझ्ने।
आवश्यक सामग्री: एउटा सीधा र खोपिल्टो परेको प्लास्टिक वा काठको रुलर (Ruler), समान द्रव्यमान भएका ४–५ वटा गोलाकार कँच्चाहरू (Marbles)।

विधि: रुलरलाई समथर केबलमा राख्नुहोस् र ३ वटा कँच्चालाई आपसमा जोडेर रुलरको बीचमा स्थिर राख्नुहोस्। अब अर्को एउटा कँच्चालाई केही वेगका साथ गुडाएर ती स्थिर कँच्चाहरूमा ठोक्काउनुहोस्।
अवलोकन: टक्कर हुने बित्तिकै गुडेर आएको कँच्चा स्थिर हुन पुग्छ र विपरीत छेउमा रहेको अन्तिम कँच्चा सोही वेगका साथ अगाडि ओकलिन्छ। यदि दुईवटा कँच्चा एकैसाथ गुडाएर ठोक्काइयो भने उताबाट पनि दुईवटै कँच्चा गियर झैँ बाहिर निस्कन्छन्।
वैज्ञानिक कारण: टक्करको क्रममा बाह्य बल शून्य हुने हुनाले प्रणालीको कुल संवेग संरक्षित रहन्छ। द्रव्यमान समान भएकाले वेग पूर्ण रूपमा एउटा कणबाट अर्को कणमा हस्तान्तरण हुन्छ, जसले कणादको "क्रियाप्रबन्धहेतु" र आधुनिक संवेग संरक्षणको नियमलाई प्रमाणित गर्छ।

प्रयोग २: सिक्का र डोरीको मद्दतले तौलविहीनताको कृत्रिम अनुभव

उद्देश्य: स्वतन्त्र पतनका बेला तौलविहीनताको अवस्था महसुस गर्ने।
आवश्यक सामग्री: एउटा सानो प्लास्टिकको कप, एउटा बाक्लो रबर ब्यान्ड वा स्प्रिङ, र केही सिक्काहरू।
विधि: कपको फेदमा सानो प्वाल बनाएर रबर ब्यान्ड बाँध्नुहोस् र कपभित्र गह्रौँ सिक्का वा ढुङ्गा राख्नुहोस्। जब तपाईं कपलाई हातमा झुण्ड्याउनुहुन्छ, रबर ब्यान्ड तन्किन्छ (यसले वस्तुको तौल र प्रतिक्रिया बल देखाउँछ)। अब उक्त कपलाई हातबाट छोडेर भुइँमा स्वतन्त्र रूपमा खस्न (स्वतन्त्र पतन) दिनुहोस् र रबर ब्यान्डको लम्बाई नियाल्नुहोस्।
अवलोकन: खसिरहेको अवस्थामा रबर ब्यान्डको तन्काई तुरुन्तै हराउँछ र यो सामान्य अवस्थामा फर्कन्छ, मानौँ कपभित्र कुनै तौल नै छैन।
वैज्ञानिक कारण: स्वतन्त्र पतनको समयमा कप र सिक्का दुवै समान गुरुत्वप्रवेग ($a=g$) ले तल खस्ने हुनाले सिक्काले कपको फेदमा कुनै प्रतिक्रिया बल ($R=0$) दिँदैन। प्रतिक्रिया बल शून्य हुनु नै तौलविहीनताको भौतिक आधार हो।

५ मुख्य शब्दावली *(Key Terms)*

नेपाली शब्द (Term)	English Term / अर्थ
संवेग	Momentum ($p = m \cdot v$)
आवेग	Impulse ($J = F \cdot t = \Delta p$)
संवेग-संरक्षण	Conservation of Momentum
गुरुत्वाकर्षण	Gravitation ($F = G \cdot m_1 m_2 / r^2$)
गुरुत्वीय त्वरण	Acceleration due to gravity ($g \approx 9.8\ m/s^2$)
द्रव्यमान / भार	Mass / Weight ($W = m \cdot g$)
मुक्त पतन	Free fall
भारहीनता	Weightlessness

६ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन *(Exercises & Assessment)*

क) अवधारणा प्रश्न *(Conceptual)*

1. द्रव्यमान (Mass) र भार (Weight) कसरी फरक हुन्छन्? चन्द्रमामा किन भार घट्छ तर द्रव्यमान उही रहन्छ?
2. संवेग-संरक्षणको नियम (Conservation of Momentum) उदाहरणसहित व्याख्या गर्नुहोस्।
3. अन्तरिक्ष यात्री (astronauts) किन भारहीन महसुस गर्छन्? के त्यहाँ गुरुत्व हुँदैन?

ख) गणितीय प्रश्न *(Numerical)*

4. ६० kg मानिसको पृथ्वीमा भार कति ($g = 9.8\ m/s^2$)? चन्द्रमामा ($g = 1.6\ m/s^2$) कति? (सङ्केत: $W = m \cdot g$)_
5. ५ kg वस्तु ४ m/s ले चल्दा त्यसको संवेग (momentum) कति? _(सङ्केत: $p = m \cdot v$)_
6. २ kg र ३ kg का गोला टक्करपछि सँगै २ m/s ले चले; अघि ३ kg विश्राममा थियो भने २ kg को प्रारम्भिक वेग कति? (सङ्केत: संवेग-संरक्षण प्रयोग गर्नुहोस्)

ग) अनुप्रयोग *(Application)*

7. बन्दुक चलाउँदा किन पछाडितिर धक्का (recoil) लाग्छ? कुन नियमले व्याख्या गर्छ?
8. गाडीको एयरब्यागले कसरी चोट कम गर्छ? आवेग (impulse) को आधारमा व्याख्या गर्नुहोस्।

६.१ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन: वैदिक दृष्टि *(Assessment — The Vedic View)*

क) अवधारणागत प्रश्न *(Conceptual)*

9. हिरण्यगर्भ सूक्तको 'स दाधार पृथिवीं द्यामुतेमां' भन्ने भावले कुन आधुनिक अवधारणासँग विषयगत मेल राख्छ? स्पष्ट पार्नुहोस्।
10. भास्कराचार्यको 'आकृष्टिशक्ति' के हो? यो आधुनिक गुरुत्वाकर्षणसँग कसरी मिल्छ, र यसलाई 'वैदिक' भन्न किन मिल्दैन?

ख) विवेचनात्मक प्रश्न *(Critical Thinking)*

11. 'धारण-शक्ति' को भाव र गुरुत्वाकर्षणको सूत्र ($F = G \cdot m_1 m_2 / r^2$) बीच के फरक छ? 'वेदमा गुरुत्वाकर्षण थियो' भन्नु किन अतिशयोक्ति हुन्छ?
12. 'प्रमाण-आधारित टिप्पणी' (Evidence Check) को कसीमा राखेर — भास्कराचार्यको योगदानमध्ये कुन ✓ प्रमाणित हो, कुन △ व्याख्या हो, र कुन ✗ आधुनिक खोज हो — छुट्याउनुहोस्।

ग) परियोजना कार्य *(Project Work)*

13. भास्कराचार्य (१२औं शता.), आर्यभट (५औं शता.) र न्यूटन (१७औं शता.) — तीनैको गुरुत्व/गति सम्बन्धी योगदानलाई समय-रेखा (timeline) चार्टमा उतारी कक्षामा प्रस्तुत गर्नुहोस्।

कक्षा १० • अध्याय ८

चाप

Pressure

यस अध्यायमा *In this chapter*

- ठोस र तरलमा चाप (Pressure: P = F/A, P = ρgh) गणना गर्ने
- पास्कलको नियम (Pascal's Law) र हाइड्रोलिक मेसिन (Hydraulic Machine) बुझ्ने
- वायुमण्डलीय चाप (Atmospheric Pressure) र ब्यारोमिटर (Barometer) जान्ने
- आर्किमिडिजको सिद्धान्त (Archimedes' Principle), उत्प्लावन (Buoyancy) र प्लवन (Flotation) व्याख्या गर्ने

१ आधुनिक विज्ञानको व्याख्या *(Modern Science: Pressure)*

चाप (Pressure, P) भनेको कुनै सतहमा एकाइ क्षेत्रफल (unit area) मा लम्बवत् (perpendicular) लाग्ने बल हो। बलको परिमाण उही भए तापनि बल लाग्ने सतहको क्षेत्रफल घट्दा चाप बढ्छ र क्षेत्रफल बढ्दा चाप घट्छ। यसको अन्तर्राष्ट्रिय एकाइ (SI unit) **प्यास्कल (Pascal, Pa = N/m²)** हो।

१.१ ठोसमा चाप *Pressure in Solids*

ठोस वस्तुले सम्पर्क सतहमा दिने चाप बल (force) लाई क्षेत्रफल (area) ले भाग गरेर निकालिन्छ। यही कारणले दैनिक जीवनका धेरै डिजाइन निर्धारण हुन्छन्।

▦ मुख्य सूत्रहरू *Key Formulas*

ठोसमा चाप (Pressure in solids):

$$\text{चाप } (P) = \frac{\text{बल } (F)}{\text{क्षेत्रफल } (A)} \Longrightarrow \mathbf{P} = \frac{\mathbf{F}}{\mathbf{A}}$$

यहाँ F = बल (force, N), A = क्षेत्रफल (area, m²), P = चाप (Pa)

SI एकाई: चापको अन्तर्राष्ट्रिय एकाई न्यूटन प्रति वर्ग मिटर (N/m²) हो, जसलाई वैज्ञानिक ब्लेस पास्कलको सम्मानमा **प्यास्कल (Pascal,** Pa**)** भनिन्छ।

दैनिक जीवनका व्यावहारिक उदाहरणहरू:

- **सानो क्षेत्रफल → ठूलो चाप:** चक्कु (Knife) को धार पातलो बनाइन्छ र किला (Nail) को टुप्पो चुच्चो पारिन्छ। क्षेत्रफल (A) अत्यन्तै कम हुनाले थोरै बल लगाउँदा पनि विशाल चाप (P) पैदा हुन्छ, जसले गर्दा वस्तु सजिलै काटिन्छ वा छिर्छ।
- **ठूलो क्षेत्रफल → सानो चाप:** भारी ट्र्याक्टर (Tractor) र सैन्य ट्याङ्कका पाङ्ग्राहरू चौडा वा फराकिला चेनयुक्त बनाइन्छन्। क्षेत्रफल (A) धेरै हुँदा जमिनमा पर्ने चाप घट्छ, जसले गर्दा ती

भारी सवारी साधनहरू हिलो वा नरम माटोमा धसिँदैनन्। मरुभूमिमा उँट (Camel) का चौडा खुट्टाले पनि बालुवामा धसिनबाट जोगाउन यही सिद्धान्त अनुसार काम गर्छन्।

१.२ तरलमा चाप र पास्कलको नियम *Liquid Pressure & Pascal's Law*

तरल पदार्थ (द्रव र ग्यास) को आफ्नै तौलका कारण उत्पन्न हुने चापलाई तरलको चाप भनिन्छ।

▦ मुख्य सूत्रहरू *Key Formulas*

तरलमा चाप(Liquid Pressure):

तरल पदार्थ (द्रव र ग्यास) को आफ्नै तौलका कारण उत्पन्न हुने चापलाई तरलको चाप भनिन्छ। तरल पदार्थ भित्र कुनै बिन्दुमा उत्पन्न हुने चाप मुख्यतया तीनवटा कुरामा निर्भर गर्दछ: तरलको गहिराइ (h), तरलको घनत्व (ρ), र गुरुत्वीय त्वरण (g)।

$$\text{तरलमा चाप } (P) = \text{गहिराइ } (h) \times \text{घनत्व } (\rho) \times \text{गुरुत्वीय त्वरण } (g) \Rightarrow \mathbf{P = \rho g h}$$

तरलमा चाप (Pressure in liquids): P = ρ × g × h

बाँधको इन्जिनियरिङ: तरलको चाप गहिराइसँगै तीव्र रूपमा बढ्ने भएकाले नदीहरूमा बनाइने बाँध (Dam) को तल्लो भाग (फेद) माथिल्लो भागको तुलनामा धेरै बाक्लो र बलियो बनाइन्छ।

पास्कलको नियम (Pascal's Law):

कुनै बन्द भाँडोमा (Enclosed fluid) राखिएको तरल पदार्थको कुनै एक भागमा बाहिरबाट बल प्रयोग गरी चाप दिइयो भने, त्यो चाप बिना कुनै ह्रास (तौल नघटी) सबै दिशामा समान रूपले स्थानान्तरण हुन्छ।

$$\text{अर्थात, सानो पिस्टनको चाप } (P_1) = \text{ठूलो पिस्टनको चाप } (P_2) \Rightarrow \frac{\mathbf{F_1}}{\mathbf{A_1}} = \frac{\mathbf{F_2}}{\mathbf{A_2}}$$

पास्कलको नियम (Pascal's Law): $F_1 \div A_1 = F_2 \div A_2$

यसै नियमका आधारमा **हाइड्रोलिक प्रेस (Hydraulic Press), हाइड्रोलिक ज्याक, र हाइड्रोलिक ब्रेक (Hydraulic Brake)** जस्ता मेसिनहरू निर्माण गरिन्छन्, जसले सानो बललाई धेरै गुणा ठूलो बलमा रूपान्तरण (Multiplication of Force) गर्दछन्।

भौतिक विज्ञानको द्रव-यान्त्रिकी (Fluid Mechanics) अन्तर्गत **पास्कलको नियम (Pascal's Law)** एउटा अत्यन्तै महत्त्वपूर्ण र क्रान्तिकारी सिद्धान्त हो। यसलाई एकदम सरल र गहिराइमा बुझ्नका लागि यसका दुईवटा पक्षलाई नियाल्नुपर्छ: नियमको वास्तविक अर्थ र यसको आधारमा सानो बलले ठूलो बल कसरी उत्पन्न गर्छ (Force Multiplication) भन्ने प्रकृया।

१. पास्कलको नियमको वास्तविक अर्थ (The Core Meaning)

"कुनै बन्द भाँडोमा राखिएको तरल पदार्थ (Enclosed Fluid) को कुनै एक भागमा बाहिरबाट चाप (Pressure) दिइयो भने, त्यो चाप बिना कुनै ह्रास (तौल वा परिमाण नघटी) सबै दिशामा समान रूपले स्थानान्तरण हुन्छ।"

यहाँ तीनवटा शब्दहरू अत्यधिक महत्त्वपूर्ण छन्:

- **बन्द तरल (Enclosed Fluid):** यो नियम तब मात्र लागू हुन्छ जब तरल पदार्थ (पानी, तेल वा हावा) कुनै पूर्ण रूपमा बन्द भाँडो वा परिपथ (Circuit) भित्र थुनिएको हुन्छ। यदि भाँडो खुल्ला छ भने चाप बाहिर उम्कन्छ र यो नियमले काम गर्दैन।
- **कुनै ह्रासविना (Without Loss):** यदि तपाईंले बन्द तरलको एउटा कुनामा १० Pa (प्यास्कल) चाप दिनुभयो भने, त्यो तरलको प्रत्येक कण र भाँडोको प्रत्येक भित्तामा ठ्याक्कै १० Pa नै चाप पुग्छ। बाटोमा चाप कतै पनि घटेर ९ वा ८ हुँदैन।
- **समान रूपले सबै दिशामा (Equally in all directions):** चाप केवल तलतिर मात्र जाँदैन; यो दायाँ, बायाँ, माथि र चारैतिर बराबर रूपमा फैलिन्छ।

२. सानो बलले ठूलो बल कसरी उत्पन्न हुन्छ? (Force Multiplication)

यसै नियमको व्यावहारिक प्रयोग गरेर **हाइड्रोलिक प्रेस** र **हाइड्रोलिक ब्रेक** बनाइन्छ। यसको कार्यप्रणाली बुझ्न चापको आधारभूत सूत्र सम्झनुपर्छ:

$$\textbf{चाप } (P) = \frac{\textbf{बल } (F)}{\textbf{क्षेत्रफल } (A)}$$

मानौँ, हामीसँग एउटा बन्द पाइपको दुईवटा मुखमा दुईवटा फरक-फरक आकृतिका पिस्टन (Pistons) जडान गरिएका छन्:

1. **सानो पिस्टन (A_1):** जसको क्षेत्रफल सानो छ।
2. **ठूलो पिस्टन (A_2):** जसको क्षेत्रफल सानोको तुलनामा धेरै गुणा ठूलो (जस्तै: १० गुणा वा १०० गुणा बढी) छ।

जब हामीले सानो पिस्टनमा थोरै बल (F_1) लगाउँछौँ, तब त्यहाँ एउटा निश्चित चाप (P_1) उत्पन्न हुन्छ। पास्कलको नियम अनुसार, यही चाप तुरुन्तै बिना कुनै ह्रास बन्द तेल वा तरल हुँदै ठूलो पिस्टनसम्म पुग्छ।

अब, ठूलो पिस्टनमा पुग्दा चाप (P_2) त उही रहन्छ, तर त्यहाँको **क्षेत्रफल (A_2) धेरै ठूलो भएकाले** स्वतः उत्पन्न हुने बल (F_2) पनि धेरै गुणा बढेर निस्कन्छ।

$$\text{पास्कलको नियम अनुसार: } P_1 = P_2$$

$$\frac{\mathbf{F_1}}{\mathbf{A_1}} = \frac{\mathbf{F_2}}{\mathbf{A_2}} \Rightarrow \mathbf{F_2} = \mathbf{F_1} \times \frac{\mathbf{A_2}}{\mathbf{A_1}}$$

व्यावहारिक उदाहरण:

यदि सानो पिस्टनको क्षेत्रफल १ cm^2 छ र ठूलो पिस्टनको क्षेत्रफल १०० cm^2 छ (अर्थात् १०० गुणा ठूलो)। अब तपाईंले सानो पिस्टनमा मात्र १० N को थोरै बल लगाउनुभयो भने, ठूलो पिस्टनमा त्यो बल १०० गुणाले गुणन भई १००० N को महा-बल बनेर निस्कन्छ!

यसै यान्त्रिक लाभ (Mechanical Advantage) का कारण:

- **हाइड्रोलिक ज्याक/प्रेस:** ग्यारेजमा एउटा मानिसले आफ्नो हातले सानो लिभर थिचेर (थोरै बल लगाएर) सिङ्गो गह्रौँ कार वा ट्रकलाई जुरुक्क उठाउन सक्छ।
- **हाइड्रोलिक ब्रेक:** गाडी चालकले आफ्नो खुट्टाले ब्रेकको पैडलमा थोरै बलले थिच्दा, त्यो चाप तरल (Break Fluid) मार्फत चारै पाङ्ग्राको ठूलो क्षेत्रफल भएको ब्रेक क्यालिपरमा पुग्छ र तीव्र गतिमा कुडिरहेको विशाल गाडी क्षणभरमै रोकिन्छ।

एक वाक्यमा भन्दा: पास्कलको नियमले बन्द तरल पदार्थलाई एउटा यस्तो "अदृश्य लिभर वा गियर" मा बदलिदिन्छ, जसले चापलाई समान राखेर क्षेत्रफलको अनुपातमा **बललाई कयौँ गुणा बढाउने (Multiply गर्ने)** काम गर्दछ।

📝 **हल गरिएको उदाहरण — हाइड्रोलिक प्रेस** *Worked Example*

प्रश्न: एउटा हाइड्रोलिक प्रेसको सानो पिस्टनको क्षेत्रफल $A_1 = 5\ \text{cm}^2$ छ र त्यसमा 100 N बल (F_1) प्रयोग गरिन्छ। यदि ठूलो पिस्टनको क्षेत्रफल $A_2 = 50\ \text{cm}^2$ छ भने त्यसमा कति बल (F_2) उत्पन्न होला?

हल: पास्कलको नियम अनुसार,

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow F_2 = F_1 \times \frac{A_2}{A_1}$$

$$F_2 = 100\ \text{N} \times \left(\frac{50\ \text{cm}^2}{5\ \text{cm}^2}\right) = 100 \times 10 = 1000\ \text{N}$$

उत्तर: ठूलो पिस्टनमा 1000 N बल उत्पन्न हुन्छ (क्षेत्रफल १० गुणा बढ्दा बल पनि १० गुणाले गुणन भयो)।

१.३ वायुमण्डलीय चाप *Atmospheric Pressure*

हाम्रो पृथ्वीलाई चारैतिरबाट हावाको मोटो पत्र (वायुमण्डल) ले घेरेको छ। यसै हावाको तौलका कारण पृथ्वीको सतहमा पर्ने चापलाई वायुमण्डलीय चाप भनिन्छ। पृथ्वीको वायुमण्डल (atmosphere) ले पृथ्वीको सतहमा दिने चाप **वायुमण्डलीय चाप (atmospheric pressure)** हो । समुद्री सतह (sea level) मा लगभग **101,325 Pa (≈ 1 atm)**। यसलाई **ब्यारोमिटर (barometer)** ले नापिन्छ।

उचाइ र चापको सम्बन्ध: पृथ्वीको सतहबाट उचाइ (Altitude) बढ्दै जाँदा माथिको हावा पातलो र हल्का हुने हुनाले वायुमण्डलीय चाप घट्दै जान्छ। यही कारणले उच्च हिमाली क्षेत्र वा सगरमाथाको आधार शिविरमा खाना पकाउन गाह्रो हुन्छ, किनकि वायुमण्डलीय चाप कम हुँदा पानी 100°C भन्दा निकै कम तापक्रममै उम्कन थाल्छ र चामल राम्ररी पाक्दैन।

१.४ आर्किमिडिजको सिद्धान्त र प्लवन *Archimedes' Principle & Flotation*

आर्किमिडिजको सिद्धान्त (Archimedes' Principle): जब कुनै वस्तुलाई तरल पदार्थमा पूर्ण वा आंशिक रूपले डुबाइन्छ, तब उक्त वस्तुको तौलमा केही कमी भएको महसुस हुन्छ। तौलमा आउने यो

आभासी कमी वस्तुले विस्थापन गरेको तरलको तौलसँग (Weight of displaced liquid) बराबर हुन्छ, जसलाई **उत्प्लावन बल (Upthrust / Buoyancy)** भनिन्छ।

प्लवनको नियम (Law of Flotation): गुड्ने वा तैरने वस्तुको भार त्यसले विस्थापन गरेको तरलको भार (उत्प्लावन बल) सँग बराबर हुनुपर्छ।

प्लवनका सर्त *Conditions of Flotation*

१. **वस्तुको भार** (W) **< उत्प्लावन बल** (U)**:** वस्तु तरलको सतहमा आंशिक रूपमा डुबेर तैरन्छ (जस्तै: पानीमा काठ वा बरफ)।
२. **वस्तुको भार** (W) **= उत्प्लावन बल** (U)**:** वस्तु तरल पदार्थ भित्र पूर्ण रूपले निलम्बित (Suspended) भएर तैरन्छ।
३. **वस्तुको भार** (W) **> उत्प्लावन बल** (U)**:** वस्तु तरल पदार्थमा सिधै डुब्छ (जस्तै: पानीमा ढुङ्गा वा फलामको किला)।

फलामको जहाज (iron ship) किन तैरन्छ? फलामको साना किला पानीको घनत्वभन्दा बढी घनत्व भएकाले डुब्छ। तर फलामको ठूलो जहाजलाई भित्रबाट खोक्रो आकार (Hollow Shape) दिइने हुनाले त्यसको आयतन अत्यधिक बढ्छ। आयतन बढ्दा जहाजले आफ्नो तौलभन्दा धेरै गुणा बढी पानी विस्थापन गर्छ। फलस्वरूप, विस्थापित पानीले दिने उत्प्लावन बल जहाजको कुल भारभन्दा बढी हुन पुग्छ र जहाज पानीमा सजिलै तैरन्छ। **पनडुब्बी (Submarine)** ले आफ्नो विशेष ट्याङ्कीमा पानी भर्दै (भार बढाएर डुब्ने) र पानी बाहिर फाल्दै (भार घटाएर उत्रने) गरेर पानीभित्र यात्रा गर्छ।

वस्तुको भार (W) = उत्प्लावन बल (U): भौतिक विज्ञानको प्लवनको नियम (Law of Flotation) अनुसार, जब **वस्तुको भार** (W) **र तरल पदार्थले दिने उत्प्लावन बल** (U) **पूर्ण रूपमा बराबर** ($W = U$) हुन्छन्, तब वस्तु तरलको भित्र कतै पनि नडुबी र सतहमाथि नउत्री, तरलको माझमा तैरिएर रहन्छ। यसै अवस्थालाई **निलम्बित हुनु (Suspension)** भनिन्छ।

यसको अर्थ वस्तु र तरलको **औसत घनत्व (Average Density) बराबर** छ। यसका प्रमुख र व्यावहारिक उदाहरणहरू निम्नानुसार छन्:

१. पनडुब्बी (Submarine) — सबैभन्दा उत्कृष्ट उदाहरण

पनडुब्बी पानीको भित्र-भित्रै तैरिएर यात्रा गर्ने जहाज हो। यसमा विशेष प्रकारका ट्याङ्कीहरू (**Ballast Tanks**) हुन्छन्।

- **प्रकृया:** जब पनडुब्बीलाई पानीको भित्रै (निलम्बित अवस्थामा) राख्नुपर्ने हुन्छ, तब यसको ट्याङ्कीमा ठ्याक्कै त्यति मात्र पानी भरिन्छ, जसले गर्दा पनडुब्बीको कुल भार (W) त्यसले विस्थापन गर्ने पानीको उत्प्लावन बल (U) सँग बराबर होस्।
- **अवस्था:** यसो गर्दा पनडुब्बी न त फेदमा गएर डुब्छ, न त सतहमा उत्रिन्छ; यो पानीको भित्रै निलम्बित (Suspended) भएर अगाडि बढ्छ।

२. माछाको पौडाई (Fish Neutral Buoyancy)

माछाहरू पानीको भित्री भागमा विनाकुनै मिहिनेत एकै ठाउँमा स्थिर रहेर तैरिन सक्छन्।

- **प्रकृया:** माछाको शरीरभित्र **'स्विम ब्याडर' (Swim Bladder)** नामक एउटा वायु-थैली हुन्छ। माछाले यस थैलीभित्र ग्याँसको मात्रा मिलाएर आफ्नो शरीरको आयतन र घनत्व परिवर्तन गर्छ।
- **अवस्था:** माछाले आफ्नो शरीरको तौललाई पानीले दिने उत्प्लावन बलसँग ठ्याक्कै बराबर ($W = U$) बनाउँछ, जसले गर्दा ऊ पानीभित्रै सजिलै निलम्बित अवस्थामा रहन सक्छ।

३. पानीभित्र अण्डा (Egg in Salt Water)

चिसो र सादा पानीमा अण्डा राख्दा अण्डाको भार बढी हुने भएकाले यो सिधै फेदमा डुब्छ ($W > U$)।

- **प्रकृया:** यदि तपाईंले त्यस पानीमा बिस्तारै नुन मिसाउँदै जानुभयो भने नुनका कारण पानीको घनत्व बढ्दै जान्छ र अण्डामाथि लाग्ने उत्प्लावन बल (U) पनि बढ्छ।
- **अवस्था:** नुनको मात्रा यस्तो बिन्दुमा पुग्छ जहाँ पानीको घनत्व र अण्डाको घनत्व बराबर हुन्छ। त्यस अवस्थामा अण्डा कपको फेद छोडेर पानीको बीच भागमा (निलम्बित भएर) तैरिन थाल्छ।

४. पानीमा तैरिरहेको बरफको टुक्रा (Ice in Water — ९०% पाटो)

बरफको घनत्व (*०.९२* g/cm^3) पानीको घनत्व (*१* g/cm^3) भन्दा अलिकति मात्र कम हुन्छ।

- **अवस्था:** जब बरफ पानीमा तैरन्छ, यसको **९०% भाग पानीको भित्रै (निलम्बित)** रहन्छ र मात्र १०% भाग पानीको सतहभन्दा माथि देखिन्छ। पानीभित्र रहेको यो ९०% भागले $W = U$ को अवस्थालाई दर्शाउँछ।

💡 संक्षिप्त निष्कर्ष (Core Concept)

यो अवस्थालाई **'तटस्थ प्लावकता' (Neutral Buoyancy)** भनिन्छ। यदि वस्तुलाई पानीको बीचमा राखिदियो भने बीचमै बस्छ, अलि तल सारिदियो भने तलै बस्छ। यसले आफ्नो उचाइ आफैँ बदल्दैन किनभने यसको भार र उत्प्लावन बल गणितीय रूपमा पूर्ण सन्तुलनमा रहेका हुन्छन्।

💡 विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन (Conceptual Harmony)

जल-दबाब र प्रवाहको व्यावहारिक प्रयोग: सहरका ढल र नहरहरू निर्माण गर्दा निश्चित ढलान वा झुकाव (Gradient) दिनु, इनारको गहिराइ व्यवस्थापन, र अरघट्टको चक्र घुमाएर पानीलाई जमिनभन्दा माथि उठाउनु जल-यान्त्रिकी (Hydraulics) को सफल अनुभवजन्य प्रयोग थियो।

संरचना-इन्जिनियरिङ (Structural Engineering): प्राचीन कालमा जलाशय वा बाँध बनाउँदा गहिराइ बढ्दै जाँदा पानीको चाप पनि बढ्दै जान्छ भन्ने कुराको व्यावहारिक अनुभव उनीहरूलाई थियो। त्यसैले बाँध वा इनारको तल्लो भागको पर्खाललाई माथिल्लो भागको तुलनामा बढी बाक्लो र बलियो बनाइने कला आधुनिक द्रव चापको नियम ($P = \rho g h$) को व्यावहारिक रूपान्तरण जस्तै देखिन्छ।

चाप — वैदिक दृष्टि

Pressure — The Vedic View

आधुनिक विज्ञानले चाप (Pressure), उत्प्लावन (Buoyancy) र वायुमण्डललाई गणितीय सूत्र (mathematical formulas) मार्फत व्याख्या गर्नुभन्दा हजारौँ वर्षअघि नै वैदिक ऋषिहरूले दुई तरल तत्त्व (fluids) **जल (आपः / water)** र **वायु (air)** को गुण, प्रवाह र जीवनदायी शक्तिलाई सूक्ष्म रूपमा नियालेका थिए। उनीहरूको बुझाइ सूत्र-रूपमा थिएन; बरु गहिरो अवलोकन (deep observation), दार्शनिक वर्गीकरण (philosophical classification) र व्यावहारिक जल-शिल्प (practical water-craft) का रूपमा थियो।

२ सम्बन्धित वैदिक/प्राचीन सन्दर्भ *(Vedic Reference)*

२.१ जल (आपः) जीवनदायी तरल तत्त्व *Water as the life-giving fluid*

वैदिक परम्परामा **जल (आपः / āpaḥ)** लाई पञ्च महाभूत (five great elements) मध्येको आधारभूत तत्त्व मानिन्छ। ऋग्वेद/यजुर्वेदको प्रसिद्ध **'आपो हि ष्ठा'** सूक्तले जललाई सुख, ऊर्जा र जीवनको स्रोत मान्दै वन्दना गर्छः

> *आपो हि ष्ठा मयोभुवः*
> *ता न ऊर्जे दधातन ।*
> *महे रणाय चक्षसे ॥*
>
> — ऋग्वेद १०.९.१ / यजुर्वेद ११.५०

सरल अर्थ (Meaning): "हे जल (Waters), तिमी सुख दिने (source of well-being) छौ; हामीलाई ऊर्जा (energy/nourishment) र महान् दृष्टि (great insight) का लागि पोषण देऊ।" अर्थात् जललाई केवल पेय पदार्थ होइन, जीवन र ऊर्जाको आधारभूत स्रोत (fundamental source of life & energy) मानिएको छ।

विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

- **तरल तत्त्वको पहिचान (Recognising fluids):** जल र वायुलाई छुट्टै, विशिष्ट गुणयुक्त तत्त्व मान्नु आधुनिक विज्ञानको 'तरल' (fluid) वर्गको प्रारम्भिक अवलोकनात्मक पहिचान हो।
- **जीवनदायी गुण (Life-sustaining property):** जललाई 'ऊर्जा र पोषणको स्रोत' मान्ने भाव आधुनिक विज्ञानले पुष्टि गरेको जलको जैविक महत्त्व (biological importance) सँग मेल खान्छ।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ **जे साँचो र बलियो छ (Genuine):** जल र वायुलाई विशिष्ट गुणयुक्त आधारभूत तत्त्वका रूपमा पहिचान गर्नु र जलको जीवनदायी महत्त्व (life-sustaining role) प्रति गहिरो अवलोकन प्राचीन विचारको उत्कृष्ट उदाहरण हो। जलविना जीवन छैन भन्ने तथ्य आज विज्ञानले पनि पुष्टि गर्छ।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation):** 'आपो हि ष्ठा' एक श्रद्धा र दार्शनिक-सांस्कृतिक भाव (reverential/cultural sentiment) हो। यसमा चाप ($P = \rho gh$), घनत्व (density) वा उत्प्लावन (buoyancy) को भौतिकी थिएन। पञ्च महाभूतको वर्गीकरणलाई द्रव-यान्त्रिकी (fluid mechanics) को प्रत्यक्ष प्रमाण मान्नु मिल्दैन।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway): जल-वन्दनालाई चापको सूत्रको प्रमाण होइन, बरु तरल तत्त्वप्रतिको **प्राचीन अवलोकन र आदर** का रूपमा बुझ्नु नै सन्तुलित दृष्टि हो।

२.२ उत्प्लावन र नौविद्या पानीमा तैरने शिल्प *Buoyancy & the craft of boats*

वस्तु पानीमा तैरन्छ वा डुब्छ भन्ने अवलोकन (observation of floating & sinking) मानव सभ्यताजत्तिकै पुरानो छ। ऋग्वेदमै **नौ (nau — boat/ship)** को बारम्बार उल्लेख छ; अश्विनीकुमारले भुज्युलाई समुद्रबाट **'शतारित्रा' (śatāritrā — सयवटा खियाउने डाँडा भएको नौका / hundred-oared ship)** द्वारा उद्धार गरेको वर्णन छ:

अनारम्भणे तदवीरयेथाम्
अनास्थाने अग्रभणे समुद्रे ।

— ऋग्वेद १.११६.५ (अश्विन सूक्त — नौका उद्धार)

सरल अर्थ (Meaning): "जहाँ अडेस लाग्ने वा उभिने कुनै आधार थिएन, त्यस्तो अथाह समुद्र (bottomless sea) मा (तपाईंहरूले भुज्युलाई नौकाद्वारा उद्धार गर्नुभयो)।" यसले प्राचीन कालमै समुद्री यात्रा (sea voyage) र तैरने नौका (floating vessels) को व्यावहारिक ज्ञान रहेको देखाउँछ।

विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

- **तैरने शिल्प (Craft of flotation):** ठूलो भारी नौका पानीमा तैराउनु — प्लवन (flotation) को व्यावहारिक प्रयोग हो, यद्यपि सूत्रविना, अनुभवबाट।
- **खोक्रो आकार (Hollow design):** नौका खोक्रो बनाइनुले धेरै पानी विस्थापन गरी तैरने बनाउँछ — यो आधुनिक 'फलामको जहाज किन तैरन्छ' को सिद्धान्तसँग व्यावहारिक रूपमा मिल्छ।

🔍 **प्रमाण-आधारित टिप्पणी** *Evidence Check*

✓ **जे साँचो र बलियो छ (Genuine):** प्राचीन कालमा नौका (boats) र समुद्री यात्रा (sea voyages) को व्यावहारिक ज्ञान साँचो थियो — भारी वस्तु पनि उपयुक्त आकारमा पानीमा तैरन्छ भन्ने अनुभवजन्य शिल्प (empirical craft) तिनले प्रयोग गर्थे।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation):** यो व्यावहारिक/अनुभवजन्य सीप थियो; उत्प्लावन बल (upthrust), विस्थापित तरलको भार, वा आर्किमिडिजको सिद्धान्त (Archimedes' Principle) जस्तो मात्रात्मक नियम (quantitative law) वैदिक ग्रन्थमा सूत्रबद्ध थिएन।

✗ **जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-Only):** आर्किमिडिजको सिद्धान्त (285 BCE तिर), उत्प्लावन बलको सूत्र, र आधुनिक जहाज-अभियान्त्रिकी (naval engineering) विशुद्ध रूपमा पछिको/आधुनिक विज्ञानका उपलब्धि हुन्।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway): नौविद्यालाई प्लवनको साँचो व्यावहारिक शिल्प मान्नु — तर यसको मात्रात्मक नियम आर्किमिडिज/आधुनिक विज्ञानलाई श्रेय दिनु — नै सन्तुलित दृष्टि हो।

२.३ वायु र प्राण — अदृश्य तर शक्तिशाली तत्त्व *Air as an invisible, powerful element*

पञ्च महाभूतमध्ये **वायु (Vāyu — air)** लाई अदृश्य (invisible) तर सर्वव्यापी र शक्तिशाली तत्त्व मानिन्छ। वैदिक चिन्तनमा वायु नै **प्राण (prāṇa — the vital breath)** को आधार हो — जसले जीवन चलाउँछ। ऋग्वेदमा वायुलाई देवताका रूपमा वन्दना गरिएको छ, र यसको गति, बल र सर्वव्यापकता (movement, force & pervasiveness) को उल्लेख छ।

💡 **विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन** *Conceptual Harmony*

- **अदृश्य तत्त्वको पहिचान (An invisible substance):** वायु देखिँदैन तर यसको बल अनुभव हुन्छ (हावा चल्दा) — यो अवलोकन 'हावा पनि एक भौतिक पदार्थ हो' भन्ने आधुनिक बुझाइको प्रारम्भिक रूप हो, जुन वायुमण्डलीय चाप (atmospheric pressure) को आधार हो।
- **सर्वव्यापकता (Pervasiveness):** वायु सबैतिर व्याप्त छ भन्ने भाव, वायुमण्डलले पृथ्वीलाई सबै दिशाबाट घेरेको छ भन्ने आधुनिक तथ्यसँग विषयगत रूपमा मिल्छ।

🔍 **प्रमाण-आधारित टिप्पणी** *Evidence Check*

✓ **जे साँचो र बलियो छ (Genuine):** वायुलाई अदृश्य तर वास्तविक, सर्वव्यापी र बलयुक्त तत्त्व (a real, invisible, pervasive substance with force) मान्नु प्राचीन अवलोकनको सूक्ष्मता देखाउँछ — हावा 'केही होइन' होइन, 'केही' हो भन्ने बुझाइ।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation):** वायुलाई 'प्राण' सँग जोड्नु आध्यात्मिक-दार्शनिक अवधारणा (spiritual concept) हो; यसमा वायुमण्डलीय चाप (101,325 Pa), ब्यारोमिटर, वा वायुको तौल (weight of air) को मापन थिएन।

✗ जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-Only): वायुमण्डलीय चापको मापन (टोरिचेली, 1643), ब्यारोमिटर, र ग्यासका नियम (gas laws) विशुद्ध आधुनिक विज्ञानका खोज हुन्।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway): वायु/प्राणलाई 'हावा एक शक्तिशाली भौतिक तत्त्व हो' भन्ने प्राचीन अन्तर्दृष्टि मान्नु तर चापको मापन आधुनिक विज्ञानलाई श्रेय दिनु नै सन्तुलित दृष्टि हो।

२.४ प्राचीन जल-प्रविधि — व्यावहारिक हाइड्रोलिक शिल्प *Ancient water technology*

प्राचीन भारतीय सभ्यताले जलको दबाब र प्रवाह (water pressure & flow) को व्यावहारिक ज्ञानलाई प्रभावशाली **जल-प्रविधि (water technology)** मा ढालेको थियो। सिन्धु सभ्यता (Indus Valley) का सुनियोजित ढल (drainage), स्नानागार (the Great Bath), इनार (wells), र पछिको **अरघट्ट/रहँट (araghaṭṭa — पानी उठाउने चक्र / water-lifting wheel)**, बाँध (dams) र बावली/इनार-पोखरी (stepwells) यसका प्रमाण हुन्।

विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

- **जल-दबाब र प्रवाहको व्यावहारिक प्रयोग:** ढल र नहरको ढलान (gradient), इनारको गहिराइ, र अरघट्टले पानी माथि उठाउनु — जल-यान्त्रिकी (hydraulics) को अनुभवजन्य प्रयोग हो।
- **संरचना-इन्जिनियरिङ (Structural engineering):** बाँध र तलाउ बनाउँदा गहिराइमा पानीको दबाब बढी हुन्छ भन्ने व्यावहारिक बुझाइ (तल बलियो बनाउने) प्राचीन निर्माणमा देखिन्छ।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ जे साँचो र बलियो छ (Genuine): सिन्धु सभ्यताको जल-व्यवस्थापन, इनार, ढल, अरघट्ट (water-wheel) र बाँध साँचो, प्रमाणित इन्जिनियरिङ उपलब्धि (genuine, proven engineering) हुन् । जल-दबाब र प्रवाहको गहिरो व्यावहारिक ज्ञान यसले देखाउँछ। यो गौरवपूर्ण विरासत हो।

△ जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation): यो अनुभवजन्य/व्यावहारिक शिल्प (empirical craft) थियो; पास्कलको नियम (Pascal's Law), $P = \rho g h$, वा हाइड्रोलिक गुणन (hydraulic multiplication) को मात्रात्मक सूत्र यसमा सूत्रबद्ध थिएन।

✗ जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-Only): पास्कलको नियम (1653), हाइड्रोलिक प्रेसको सूत्रबद्ध सिद्धान्त, र आधुनिक द्रव-यान्त्रिकी (fluid mechanics) विशुद्ध आधुनिक विज्ञानका उपलब्धि हुन्।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway): प्राचीन जल-प्रविधिलाई साँचो, गर्वलायक इन्जिनियरिङ मान्नु तर चाप / पास्कलको सूत्र आधुनिक विज्ञानलाई श्रेय दिनु नै सन्तुलित दृष्टि हो।

२.५ विशेष सहायक खण्ड: वैदिक इञ्जिनियरिङ्ग र प्लवन शिल्प — राम-सेतु शिल्प

Ancient Vedic Engineering & Flotation Craft: Ram-Setu

आधुनिक विज्ञानले उत्प्लावन बल (Upthrust) र प्लवनको नियम (Law of Flotation) लाई मात्रात्मक रूपमा सूत्रबद्ध गर्नुभन्दा हजारौँ वर्ष अगाडि नै रामायणकालीन समयमा मानव जातिले तरल पदार्थको चाप, घनत्व र सन्तुलनको रैथाने प्रविधिलाई एउटा विशाल संरचना निर्माणमा सफलतापूर्वक प्रयोग गरिसकेको प्रमाण फेला पर्छ। तमिलनाडुको दक्षिण-पूर्वी तटमा रहेको पम्बन टापु (रामेश्वरम) र श्रीलङ्काको मन्नार टापुलाई जोड्ने **'राम-सेतु' (Adam's Bridge)** यसै प्रयोगात्मक जल-शिल्पको एक अनुपम उदाहरण हो।

ऐतिहासिक रेकर्ड अनुसार यो संरचना लगभग ३० किलोमिटर लम्बाइ र ३ किलोमिटर चौडाइको शृङ्खलामा आधारित छ, जुन सन् १४८० को विनाशकारी समुद्री चक्रवात (Cyclone) ले क्षति पुऱ्याउनु अघिसम्म पूर्ण रूपमा समुद्र सतहमाथि तैरिएको अवस्थामा थियो।

१. वाल्मीकि रामायण: सेतु-निर्माणको मेकानिकल चरणहरू

वाल्मीकि रामायणको युद्धकाण्ड, सर्ग २२ मा मुख्य इन्जिनियर **नल** र वानर सेनाद्वारा गरिएको चरणबद्ध ब्रिज इन्जिनियरिङ (Bridge Engineering) को विस्तृत प्राविधिक विवरण पाइन्छ:

क) इन्जिनियरको घोषणा र वरुण गुणको पहिचान

मममातुर्वरोदत्तोमन्दरेविश्वकर्मणा । औरसस्तस्यपुत्रोऽहंसदृशोविश्वकर्मणा ।।
नचाप्यहमनुक्तोवःप्रब्रूयामात्मनोगुणान् । समर्थश्चाप्यहंसेतुंकर्तुंवैवरुणालये ।।
— वाल्मीकि रामायण ६.२२.४९–५०

भावार्थ: नल भन्दछन्—"म ब्रह्माण्डकै प्रथम शिल्पकार विश्वकर्मको पुत्र हुँ र ममा उहाँकै जस्तो निर्माण कौशलता निहित छ। म सागरको भौतिक यथार्थ, त्यसको गुण, दोष र क्षमताप्रति पूर्ण रूपमा सचेत छु। म वरुण गुण (पानीमा तैरने गुण/Buoyant properties) भएका सामग्रीहरूको संयोजनमार्फत महासागरमा कडा चट्टान निर्मित पुल बनाउन पूर्ण रूपमा समर्थ छु।"

ख) प्रथम तह (The Base Floating Platform): वानस्पतिक इन्जिनियरिङ

तेसालैश्चाश्वकर्णैश्चधवैशैश्चवानराः । कुटजैरर्जुनैस्तालैस्तिलकैस्तिशैरपि ।।
बिल्वकैस्सप्तपर्णैश्चकर्णिकारैश्चसुपुष्पितैः । चूतैश्चाशोकवृक्षैश्चसागरंसमपूरयन् ।।
समूलांश्चविमूलांश्चपादपान् हरिसत्तमाः । इन्द्रकेतूनिवोद्यम्यप्रजह्रुर्वानरास्तरून् ।।
— वाल्मीकि रामायण ६.२२.५४–५६

निर्माण विधि: वानर सेनाले साल, अश्वकर्ण, धव, बाँस, अर्जुन, ताड, नरिवल, बकुल, र निम्ब जस्ता विभिन्न प्रजातिका रुखहरू संकलन गरे।

मेकानिकल संरचना: इन्जिनियरिङ सिद्धान्त अनुसार उनीहरूले केही जरासहितका र केही जराविहीन रुखहरूलाई आपसमा मिलाएर, इन्द्रको त्रिकोणात्मक ध्वज (Indra-Dhwaja) जस्तै संरचनामा लाठी र काठका डन्डीहरूको सहायताले बुने। यसरी उनीहरूले समुद्रको सतहमा

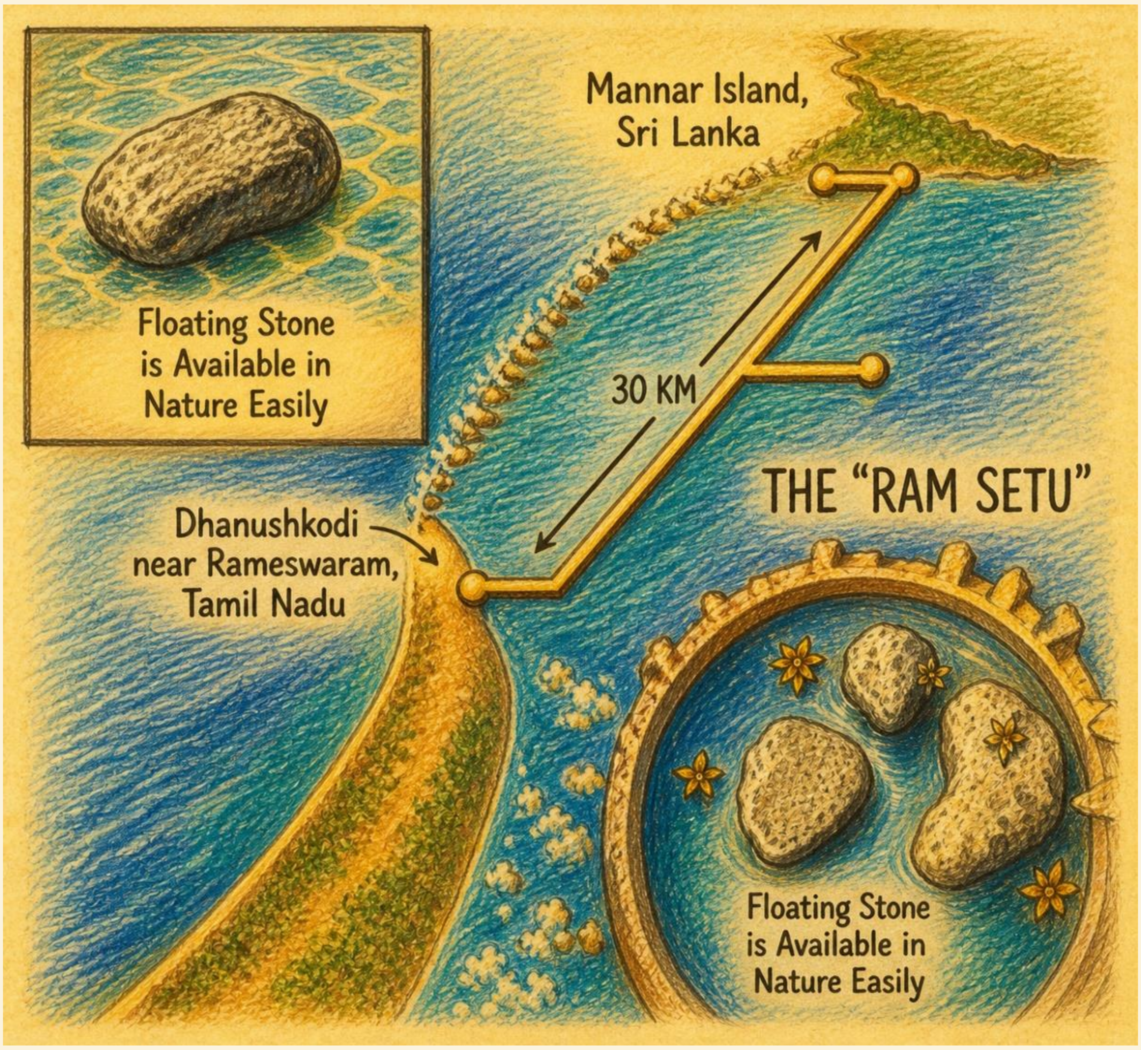
एक अत्यन्त फराकिलो र सन्तुलित **'तैरिने वानस्पतिक डुङ्गा'** (**Floating Organic Barge**) को जग वा प्रथम पत्र तयार गरे।

ग) द्वितीय तह र ब्यालास्ट व्यवस्थापन: वरुण-चट्टानको संयोजन

हस्तिमतान्महाकायाःपाषाणांश्चमहाबलाः । पर्वतांश्चसमुत्पाट्ययन्त्सरैःपरिवहन्तिच ।।
प्रक्षिप्यमाणैरचलैस्सहसाजलमुद्द्दतम् । स मुत्ससर्पआकाशमवासर्पत्ततस्ततः ।।
— वाल्मीकि रामायण ६.२२.५८–५९

निर्माण विधि: यो जैविक आधार तयार भइसकेपछि, त्यसको माथि वरुण गुण (पानीभन्दा कम घनत्व भएका) भएका ठूला-ठूला चट्टानहरू पहाड र समुद्र तटबाट संकलन गरेर ल्याइयो।

भौतिकीय परिणाम: जब ती विशिष्ट चट्टानहरूलाई तलका दुई वानस्पतिक तहहरूसँग जोडइयो, तब विस्थापन भएको पानीको उत्प्लावन बल (Upthrust) का कारण सम्पूर्ण संरचना एकैसाथ पानीमाथि तैरिएर उठ्यो र समतल रूपमा फैलियो। अन्तमा, १०० योजनसम्म फैलिएका यी खण्डहरूलाई डोरीले मिहिन र कसिलो रूपमा बाँधेर स्थिर पुलको रूप दिइयो।



२. राम-सेतुको भौतिक विज्ञान: प्युमिस (Pumice) र उत्प्लावन बल

रामायणमा उल्लेखित "पानीमा तैरने ढुङ्गा" वा "वरुण गुणयुक्त चट्टान" को पछाडि भौतिक विज्ञान र भू-गर्भ विज्ञानको एउटा बलियो नियम लुकेको छ:

क) आर्किमिडिजको सिद्धान्त र घनत्वको खेल

भौतिक विज्ञान अनुसार कुनै पनि ठोस वस्तु पानीमा तब मात्र तैरन्छ, जब त्यसको घनत्व पानीको घनत्व (१ g/cm^3) भन्दा कम हुन्छ।

$$\text{यदि } \rho_{\text{object}} < \rho_{\text{water}} \implies \text{वस्तु तैरन्छ (Floats)}$$

जब वस्तुको भार (W) र त्यसले विस्थापन गरेको तरलको भार अर्थात् उत्प्लावन बल (U) बराबर हुन्छ, तब वस्तु तरलमा आंशिक वा पूर्ण रूपमा तैरन्छ।

ख) प्युमिस चट्टान (Pumice Stone) को सिर्जना

ज्वालामुखी विस्फोटको समयमा पृथ्वीको गर्भबाट लगभग १६००°Cको तातो म्याग्मा (Magma) उच्च चाप (High Pressure) का साथ बाहिर आउँछ। जब यो तीव्र गतिमा बाहिर निस्केर सतहको वातावरण र पानीको सम्पर्कमा आउँछ, तब यसभित्र रहेका ग्यासका फोकाहरू (Air pockets) बाहिर उम्कन पाउँदैनन् र त्यहीँ भित्र थुनिन्छन्।

- **संरचना:** यसरी हतार-हतार सेलाउने क्रममा सिलिका निर्मित यस्तो प्वालै-प्वाल भएको कडा चट्टान बन्दछ, जसको कुल आयतन (Volume) को ६४% **देखि** ८५% **भाग केवल हावाका थैलीहरूले** ओगटेको हुन्छ।
- **विशेषता:** अत्यधिक प्वाल र हावा भरिएको हुनाले यस प्युमिस चट्टानको औसत घनत्व पानीको भन्दा निकै कम हुन पुग्छ र यो धातु वा कडा ढुङ्गा जस्तो देखिए पनि पानीमा वर्षौंसम्म जहाज जस्तै तैरिरहन सक्छ।

३. वैदिक कम्पोजिट सामग्री र ब्रिज इन्जिनियरिङ (Z-Shape Design)

तत्कालीन समयमा आजको जस्तो आधुनिक पोर्टल्यान्ड सिमेन्ट विकास नभएकाले, समुद्रको खस्रो र नुनिलो पानीमा खिएर नष्ट नहुने **'वैदिक कम्पोजिट सामग्री' (Vedic Composite Materials)** र विशिष्ट संरचनात्मक ज्यामितिको प्रयोग गरिएको देखिन्छ:

- **सामग्रीको संरचना:** चट्टान र वनस्पतिलाई जोड्नका लागि पोलिएको चुनढुङ्गा (Limestone), चाकु (Jaggery), गाँजाको बोटको रेशा (Hemp), पराल, बाँस, ऊन, र प्राकृतिक हर्बल चोपहरूको रासायनिक सम्मिश्रण गारोका रूपमा प्रयोग गरिन्थ्यो।
- **वैदिक प्लास्टर:** प्राचीन भवन र संरचना थाम्न प्रयोग गरिने यस प्लास्टरमा लगभग ३०% **गाईको गोबर**, कागतीको रस, गौर गम (Guar gum), जिप्सम बालुवा, र सिलिकन डाइअक्साइडको सन्तुलित मिश्रण हुन्थ्यो, जसले समुद्री पानीको क्षयीकरण (Corrosion) रोक्दथ्यो।
- **Z-Shape हाइड्रोलिक डिजाइन:** समुद्रको लहर र छालहरूले पुलमाथि कुनै एक दिशाबाट मात्र बल लगाउँदैनन्; तिनले तल, माथि, दायाँ, र बायाँ सबै दिशाबाट लगातार गतिज चाप

दिइरहन्छन्। यो बहु-आयामिक चापलाई सन्तुलनमा राख्न र पुललाई भत्कनबाट जोगाउन राम-सेतुलाई सीधा रेखामा बनाउनुको सट्टा **अङ्ग्रेजीको 'Z' अक्षरको घुमाउरो आकृति (Z-Shape alignment)** मा निर्माण गरिएको थियो। यस ज्यामितीय बनावटले छालहरूको सिधा दबाबलाई छरपष्ट (Dissipate) पारिदिन्थ्यो, जुन प्राचीन 'ब्रिज इन्जिनियरिङ' को उत्कृष्ट रैथाने नमुना हो।

🔍 प्रमाण-आधारित टिप्पणी (Evidence Check)

ऐतिहासिक महाकाव्य र आधुनिक सिभिल इन्जिनियरिङको यो कडीलाई वस्तुनिष्ठ वैज्ञानिक दृष्टिकोणबाट यसरी वर्गीकरण गर्नुपर्छ:

✓ जे साँचो र बलियो छ (Genuine Operational Craft): रामायणको मूल पाठमा वनस्पति र खोक्रो संरचना (Indra-dhwaja design) को प्रथम पत्र बनाएर, त्यसमा कम घनत्व भएका चट्टानहरू (वरुण गुण/Pumice) जोडेर तैरिने संरचना बनाउनु पूर्ण रूपमा **प्लवन र उत्प्लावन बल (Buoyancy) को साँचो व्यावहारिक शिल्प** हो। चुनढुङ्गा, जैविक खोटो र गोबरको कम्पोजिट गारो प्रयोग गर्नु ऐतिहासिक रूपमा प्रमाणित रैथाने रसायन प्रविधि हो। समुद्री छालको चाप सन्तुलन गर्न घुमाउरो (Z-shape) मार्ग रोजिनु वास्तविक हाइड्रोलिक इन्जिनियरिङ हो।

△ जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation): रामायणमा प्रयोग भएको 'वरुण गुण' शब्दलाई आधुनिक ज्वालामुखीबाट बन्ने 'प्युमिस चट्टानको भौतिकी र रासायनिक संरचना' (SiO_2 र ग्यास कोष्ठक) सँग जोडेर हेर्नु एक उत्कृष्ट दार्शनिक र वैज्ञानिक व्याख्या (Conceptual Harmony) हो।

✗ जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-Only): चट्टानको छिद्रको आयतन प्रतिशत (६४% – ८५%) को मापन, आर्किमिडिजको गणितीय सूत्र ($U = d \cdot v \cdot g$), र छालहरूको हाइड्रोडायनामिक दबाव गणना गर्ने आधुनिक क्याल्कुलसका सूत्रहरू विशुद्ध आधुनिक विज्ञानका खोज हुन्, जुन प्राचीन ग्रन्थमा समीकरणका रूपमा उपलब्ध थिएनन्।

४. अभ्यास तथा मूल्याङ्कन (Exercises & Assessment)

क) अवधारणागत प्रश्नहरू

१. वाल्मीकि रामायणमा इन्जिनियर नलले उल्लेख गरेको 'वरुण गुण' को चट्टानलाई आधुनिक भू-गर्भ विज्ञानमा के भनिन्छ? यसको घनत्व पानीमा किन कम हुन्छ?

२. वानर सेनाले सेतु निर्माणको पहिलो चरणमा रुख र लाठीहरूलाई 'इन्द्रध्वज' आकारमा किन बुनेका थिए? प्लवनको नियमका आधारमा स्पष्ट पार्नुहोस्।

३. प्युमिस चट्टान (Pumice Stone) कसरी निर्माण हुन्छ? ज्वालामुखीको तापक्रम र चापको सन्दर्भ जोड्दै यसको छिद्रयुक्त संरचनाको व्याख्या गर्नुहोस्।

ख) विवेचनात्मक तथा तार्किक प्रश्नहरू

४. "राम-सेतु सीधा रेखामा निर्माण नगरिएर 'Z' आकारमा निर्माण गरिनु तत्कालीन जल-इन्जिनियरिङ (Hydraulic Engineering) को उत्कृष्ट उदाहरण हो।" समुद्रको बहु-आयामिक छाल र चापको सन्तुलनका आधारमा यस भनाइको विवेचना गर्नुहोस्।

५. प्राचीन कालमा सिमेन्टको अनुपस्थितिमा सेतुका अवयवहरू जोड्न कुन-कुन 'वैदित कम्पोजिट सामग्री' र प्लास्टरको प्रयोग गरिन्थ्यो? तिनको वातावरणीय अनुकूलताको समीक्षा गर्नुहोस्।

ग) प्रयोगात्मक तथा परियोजना कार्य

६. **[परियोजना कार्य]** बजारबाट एक टुक्रा प्युमिस ढुङ्गा (Pumice stone - जुन अक्सर पैताला सफा गर्न प्रयोग गरिन्छ) र एउटा सोही आकारको सामान्य ढुङ्गा खरिद गर्नुहोस्। दुवैलाई पानी भरिएको बाल्टीमा राखेर अवलोकन गर्नुहोस् र "वस्तुको भार (W) र उत्प्लावन बल (U)" को सर्त अनुसार कुन ढुङ्गा कुन अवस्थामा रह्यो, चित्रसहितको प्रतिवेदन तयार पारी कणादको पतन नियम र नलको प्लवन शिल्पसँग तुलना गर्नुहोस्।

वायु दबाव (Air Pressure) को वैदिक नियम

ऋग्वेदको प्रथम मण्डलको १६४ औँ सूक्तको ४४ औँ ऋचामा वायुको बल र आकाशीय सन्तुलनको अद्वितीय वर्णन छ:

वायुको बल वैदिक ऋचा र अर्थ

त्रयः केशिन ऋतुथा वि चक्षते संवत्सरे वपत एक एषाम् ।
विश्वमेको अभि चष्टे शचीभिर्ध्राजिरेकस्य ददृशे न रूपम् ॥

— ऋग्वेद १.१६४.४४

शब्दार्थ र भौतिक अर्थ: यस मन्त्रमा ब्रह्माण्डका तीनवटा 'केशी' (प्रकाश वा बल छर्ने तत्त्व - अग्नि, सूर्य र वायु) को चर्चा छ। जसमध्ये तेस्रो तत्त्व **(ध्राजिरेकस्य ददृशे न रूपम्)** अर्थात् वायु यस्तो छ, जसको रूप (Shape) आँखाले देखिँदैन तर त्यसको गति र भयानक बल **(ध्राजि - तीव्र प्रवाह/Force)** सर्वत्र महसुस हुन्छ।

'पूर्ण विद्या' समन्वय (Science-Veda Complement)

- **ऋग्वेदको अवधारणा र वायुमण्डलीय चाप:** वायु आँखाले देखिँदैन तर यसको बल र संवेग वास्तविक छ भन्ने यो ऋचाको मर्म, आधुनिक भौतिक विज्ञानको **वायुमण्डलीय चाप (Atmospheric Pressure)** को अवधारणाको मुख्य जग हो। हावा 'केही होइन' होइन, बरु यसले पृथ्वीमाथि प्रतिवर्गमिटर ठूलो दबाव पारिरहेको हुन्छ।
- **प्राण र दबाव (प्रश्नोपनिषद् २.२):** प्रश्नोपनिषद्मा वायुलाई 'प्राण' भन्दै यो सन्तुलन नभएमा आकाशका सबै तत्व खस्ने र जीवन कलेजो झैँ थिचिने उल्लेख छ। जब वायुको दबाव *१०१,३२५* Pa

को सन्तुलनमा हुन्छ, तब हाम्रो शरीर चल्छ। जब यो दबाव प्रकृतिमा बिग्रन्छ, तब आँधीबेहरी (Cyclones) जस्ता प्राकृतिक प्रकोप आउँछन्।

- **वायुको गति र बर्नोलीको नियम:** ऋग्वेदमा वायुका घोडाहरू तीव्र गतिमा बहँदा आसपासका वस्तुहरू तानिने बिम्ब छ। आधुनिक भौतिक विज्ञानको **'बर्नोलीको नियम' (Bernoulli's Principle)** ले पनि ठ्याक्कै यही भन्छ। "जहाँ वायुको गति (v) उच्च हुन्छ, त्यहाँ वायुको दबाव (P) कम हुन्छ।" प्राचीन काव्यिक प्रतिध्वनि र आधुनिक गणितीय नियम यहाँ भेटिन्छन्।

जल दबाव (Water Pressure) को वैदिक नियम

वैदिक ऋचा र अर्थ

अथर्ववेदको चौथो मण्डलको सोह्रौँ सूक्तमा वरुण देवताको कानुन र समुद्रको गहिराइमा हुने शक्तिको स्पष्ट सङ्केत छ:

उतो समुद्रौ वरुणस्य कुक्षी उतास्मिन्नल्प उदके निलीनः ।

— अथर्ववेद ४.१६.३

शब्दार्थ र भौतिक अर्थ: यो विशाल ब्रह्माण्ड र समुद्रका अनन्त गहिराइहरू **(समुद्रौ कुक्षी)** वरुणको नियन्त्रणमा छन् र पानीको सानो थोपामा पनि उनको नियम लुकेको छ। अथर्ववेदकै अन्य प्रसङ्गमा समुद्रको तल्लो भागमा **'अत्यधिक शक्ति वा बल'** ले पृथ्वीलाई थिचेर (Pressing) राखेको वर्णन छ।

💡 **'पूर्ण विद्या' समन्वय (Science-Veda Complement)**

गहिराइसँगै दबाव बढ्ने नियम ($P = \rho g h$): आधुनिक द्रव-यान्त्रिकीले प्रमाणित गरेको छ कि तरल पदार्थमा जति गहिराइमा (h) गयो, तरलको तौलका कारण चाप त्यति नै बढ्छ। अथर्ववेदले समुद्रको तल्लो कुक्षी (गर्भ) मा अत्यधिक बल हुन्छ भनी जुन निर्देश गर्‍यो, त्यो आधुनिक विज्ञानको **Fluid Pressure ($P = \rho g h$)** को गुणात्मक पूर्वरूप हो।

बादलमा जल दबाव (Latent Heat & Pressure): ऋग्वेदमा बादललाई 'अद्रि' वा 'कोष' (Pressure Vessel) भनिएको छ। वैदिक ऋषिहरूले बुझेका थिए कि आकाशमा भएको जलबाष्प एक निश्चित दबाव र तापक्रममा रहन्छ। जब तापक्रम घट्छ र दबावको सन्तुलन बदलिन्छ, त्यो संकुचित भई वर्षाका रूपमा तल झर्छ, जसलाई आज विज्ञानले *Condensation* र *Precipitation* भन्दछ।

गतिशील दबाव (Dynamic Pressure): यजुर्वेदमा नदीहरूले आफ्नो गति र बलले पहाडहरू काटेर बाटो बनाउने चर्चा छ। यसले के देखाउँछ भने पुर्खाहरूलाई जलको स्थिर चाप मात्र होइन, बगिरहेको पानीको **गतिशील दबाव (Dynamic Pressure/Kinetic Force)** को समेत प्रयोगात्मक ज्ञान थियो।

'ऋत' — दबावको मूल वैदिक नियम

वैदिक ऋचा र अर्थ

ऋग्वेदको दशौँ मण्डलमा ब्रह्माण्डका सबै भौतिक र प्राकृतिक नियमहरूलाई बाँध्ने सर्वोच्च नियम 'ऋत' को उत्पत्तिबारे भनिएको छ:

ऋतं च सत्यं चाभीद्धात्तपसोऽध्यजायत । ततो रात्र्यजायत ततः समुद्रो अर्णवः ॥

— ऋग्वेद १०.१९०.१

शब्दार्थ र भौतिक अर्थ: ब्रह्माण्डको सृष्टि हुँदा परम ऊष्मा वा ताप **(तपस् - Cosmic Heat)** बाट सबैभन्दा पहिले 'ऋत' (प्राकृतिक/भौतिक नियमहरूको कानुन) र 'सत्य' (अपरिवर्तनीय भौतिक यथार्थ) को जन्म भयो। त्यसपछि मात्र रात्रि र समुद्रको उत्पत्ति भयो।

💡 **'पूर्ण विद्या' समन्वय (Science-Veda Complement)**

वैज्ञानिक सन्तुलनको कानुन (Equilibrium of Pressure): वायु र जल यति शक्तिशाली र विनाशकारी हुँदाहुँदै पनि यिनीहरूले सधैँ विश्वलाई नष्ट गर्दैनन्, किनकि यिनीहरू **'ऋत' अर्थात् ब्रह्माण्डीय सन्तुलनको कानुन**मा बाँधिएका छन्।

Pressure Equilibrium: आधुनिक भौतिक विज्ञान अनुसार यदि कुनै ठाउँमा वायुको दबाव घट्यो (Low Pressure Area बन्यो) भने, तुरुन्तै वरपरको उच्च दबाव भएको क्षेत्रबाट वायु तीव्र गतिमा बहँदै आएर सो खाली ठाउँ भर्दछ। यसै प्रकृयालाई विज्ञानमा **'दबावको सन्तुलन' (Equilibrium of Pressure)** भनिन्छ। वेदले यसै प्राकृतिक चक्रलाई 'वायुको एकता, समन्वय र ऋतात्मक स्वभाव' भनेर व्याख्या गरेको छ। प्रकृतिको यो आत्म-सन्तुलनकारी नियम नै 'ऋत' हो।

🎓 शिक्षामा 'पूर्ण विद्या' को औचित्य (How it complements Complete Education)

विद्यार्थीहरूले आधुनिक विज्ञानको पाठ्यक्रम पढ्दा यी तीनवटा बुँदाहरूलाई आत्मसात् गर्दा शिक्षा कसरी 'पूर्ण विद्या' बन्दछ भन्ने तार्किक कडी यस प्रकार छ:

1. **विज्ञानले सूत्र दिन्छ, वेदले चेतना दिन्छ (Theory vs. Consciousness):** आधुनिक विज्ञानले प्रयोगशालामा चाप नाप्न सिकाउँछ र $P = \rho gh$ को गणितीय समीकरण दिन्छ। तर, वेदको 'आपो हि ष्ठा' वा 'भूमिसूक्त' ले ती तरल स्रोतहरू आमासरह जीवनदाता हुन् भन्ने **नैतिक र वातावरणीय चेतना (Ecological Ethic)** दिन्छ। गणितले गणना गर्न सिकाउँछ भने चेतनाले त्यसको दुरुपयोग (प्रकृति शोषण) हुनबाट जोगाउँछ।
2. **जिज्ञासाको साझा जग (Shared Roots of Inquiry):** जब विद्यार्थीले बर्नोलीको नियम वा पास्कलको नियम पढ्छ र सँगै ऋग्वेदको 'नाद-कम्पन' वा 'ध्राजि' (वायुको अदृश्य बल) को प्राचीन चिन्तन देख्छ, तब उसमा अन्धविश्वास हट्छ। उसले बुझ्छ कि ऋषिहरूले हजारौँ वर्ष पहिले खुला आकाशमुनि बसेर प्रकृतिको उस्तै वस्तुनिष्ठ अवलोकन गरेका थिए। यथार्थमा त्यसैको जगमा आजको विज्ञान उभिएको छ। यसले विद्यार्थीमा **आत्मगौरव र वैज्ञानिक दृष्टिकोण (Scientific Temperament)** एकैसाथ बढाउँछ।

3. **मटेरियलिज्म र स्पिरिचुअलिज्मको सेतु (The Complete Synthesis):** केवल आधुनिक भौतिकी पढ्दा संसार 'सुख्खा जड पदार्थ' (Dead Matter) जस्तो मात्र देखिन्छ। तर जब यसमा 'ऋत' (Cosmic Order) र चेतनाको पाटो जोडिन्छ, तब विद्यार्थीले ब्रह्माण्डलाई एउटा जीवन्त र नियमबद्ध प्रणालीका रूपमा बुझ्छ। **नाप्ने प्रविधि (आधुनिक विज्ञान) र बुझ्ने दृष्टि (वैदिक दर्शन)** मिलेपछि मात्र मानवीय शिक्षा अधुरो नभई **'पूर्ण विद्या'** मा रूपान्तरण हुन्छ। त्यसैलाई हामीले गुरुकुल शिक्षा भनेका हौं।

३ विज्ञान र वेद — विश्लेषण *(Science–Veda Analysis)*

चाप (Pressure), तरल पदार्थ (Fluids) र पानीमा तैरने प्रक्रिया (Flotation/Buoyancy) का बारेमा प्राचीन पूर्वीय विचार र आधुनिक विज्ञानबीचको सम्बन्ध बुझ्न हामीले तीनवटा कुराको सीमारेखालाई सरल रूपमा चिन्नुपर्छ।

३.१ दार्शनिक अवलोकन *Philosophical Observation*

- **पानी र हावाको पहिचान:** वेदमा पानी (आपः) र वायुलाई पञ्चमहाभूत (Five Great Elements) मा राखेर 'आपो हि ष्ठा' सूक्तमार्फत वन्दना गरिएको छ। यसले प्राचीन कालमै पानी र हावा बग्ने स्वभाव भएका विशिष्ट तरल तत्त्व (Fluids) हुन् भन्ने कुरा पहिल्याएको देखिन्छ। तर, यो प्रकृतिको आदर (Reverence) र बुझाइ हो, चाप नाप्ने गणितीय सूत्र (Mathematical Formula) होइन।
- **अदृश्य हावाको शक्ति:** हावा आँखाले देखिँदैन तर यसमा ठूलो बल (Force) र चाप हुन्छ भनी वेदमा स्वीकार गरिएको छ। यो बुझाइ नै आधुनिक विज्ञानको वायुमण्डलीय चाप (Atmospheric Pressure) को मुख्य जग हो

३.२ प्रमाणित व्यावहारिक शिल्प *Genuine Practical Craft*

- **नौविद्या (Boat-craft):** जहाज निर्माण (Boat-craft / Naval Engineering): प्राचीन कालमा ठूला र गरुङ्गा ढुङ्गा वा काठका जहाजहरूलाई भित्रबाट खोक्रो आकार (Hollow Shape) दिएर पानीमा तैराइन्थ्यो। यो कुनै जादु थिएन, बरु वस्तुलाई पानीमा तैराउने प्लवन (Flotation) नियमको सफल व्यावहारिक प्रयोग थियो।
- **जल-प्रविधि (Water engineering):** प्राचीन सिन्धु सभ्यताका सुनियोजित ढल (Drainage), गहिरा इनार (Wells), पानी तान्ने रहँट (Araghatta - Water-lifting wheel) र बाँधहरू (Dams) हाम्रा पुर्खाहरूका साँचो र प्रमाणित इन्जिनियरिङ उपलब्धि हुन्। यसले उनीहरूमा पानीको दबाब (Water Pressure) र बहाव (Flow) लाई नियन्त्रण गर्ने गहिरो व्यावहारिक सीप थियो भन्ने प्रमाणित गर्छ।

३.३ आधुनिक विज्ञानको सीमारेखा *The Modern Boundary*

- ठोसको चाप ($P = \frac{F}{A}$), तरलको चाप ($P = \rho gh$), पास्कलको नियम (Pascal's Law), आर्किमिडिजको सिद्धान्त (Archimedes' Principle), र ब्यारोमिटर (Barometer) बाट हावाको चाप नाप्ने प्रविधिहरू विशुद्ध रूपमा प्रयोगशालामा प्रमाणित **आधुनिक विज्ञानका खोजहरू (Modern Discoveries)** हुन्।
- यस्ता गणितीय सूत्र र नाप्ने यन्त्रहरू प्राचीन वैदिक ग्रन्थहरूमा थिएनन्। त्यसैले, प्राचीन व्यावहारिक सीपको गौरव गर्दै आधुनिक विज्ञानका यी सूत्रहरूलाई स्वतन्त्र आधुनिक उपलब्धिका रूपमा स्विकार्नु नै साँचो वैज्ञानिक दृष्टिकोण (Scientific Temperament) हो।

आधुनिक भौतिकी र प्राचीन चिन्तनको प्रमाण-आधारित प्रतिमान

आधुनिक अवधारणा (Modern)	प्राचीन प्रतिमान (Ancient)	भौतिकीय/दार्शनिक अर्थ (Meaning)
तरल तत्त्व (Fluids: जल/वायु)	आपः र वायु — पञ्च महाभूत	दार्शनिक अवलोकन (Philosophical observation)
जलको जीवनदायी महत्त्व	'आपो हि ष्ठा' (ऋग्वेद १०.९)	श्रद्धा-भाव, विज्ञानले पुष्ट जैविक तथ्य
प्लवन/उत्प्लावन (Flotation)	नौ/शतारित्रा (ऋग्वेद अश्विन सूक्त)	प्रमाणित व्यावहारिक शिल्प (Genuine craft)
जल-यान्त्रिकी (Hydraulics)	अरघट्ट, इनार, बाँध, सिन्धु ढल	प्रमाणित इन्जिनियरिङ (Genuine engineering)
P=F/A, P=ρgh, पास्कल, आर्किमिडिज, ब्यारोमिटर	— (कुनै वैदिक सूत्र छैन)	विशुद्ध आधुनिक खोज (Modern-Only)

अध्यायको मूल निष्कर्ष *Core Takeaway*

'आपो हि ष्ठा' को जल-वन्दना ले चापको भौतिकी (physics of pressure) दिँदैन; यसको मूल्य जल र वायु तरल तत्त्वप्रतिको गहिरो अवलोकन र आदरमा छ। तर प्राचीन नौविद्या र जल-प्रविधि (सिन्धुका ढल, अरघट्ट, बाँध) भने साँचो, प्रमाणित व्यावहारिक इन्जिनियरिङ हुन्। गर्व गर्न लायक विरासत हुन्।

सन्तुलन नै सत्य हो: प्राचीन अवलोकन र व्यावहारिक शिल्पको गौरवलाई आत्मसात् गर्दै, P = F/A, P = ρgh, पास्कल र आर्किमिडिजका नियमलाई स्वतन्त्र आधुनिक उपलब्धिका रूपमा स्विकार्नु पर्दछ। अर्थात् परम्परालाई अतिरञ्जित नगरी र विज्ञानको श्रेय नघटाई दुवैको सीमारेखा बुझ्नु नै **सच्चा विज्ञान-वेद समन्वय** हो।

४ दैनिक जीवन र कक्षा-प्रयोग *(Application & Practical Lab)*

चापका नियम पुस्तकमा मात्र सीमित छैनन् । साना प्रयोग (simple experiments) मार्फत तिनलाई प्रत्यक्ष अनुभव गर्न सकिन्छ।

कक्षा-प्रयोग: वायुमण्डलीय चाप र प्लवन *Classroom Experiment*

प्रयोग १ — वायुमण्डलीय चाप (Atmospheric pressure): एउटा गिलासमा पानी भरी माथि कडा कागज (stiff card) ले पूरा छोप्नुहोस्, हातले कागज थिच्दै गिलास बिस्तारै उल्टाउनुहोस्, अनि हात हटाउनुहोस्।

अवलोकन: कागज खस्दैन र पानी पनि बग्दैन! **कारण:** तलबाट माथितिर लाग्ने वायुमण्डलीय चाप (atmospheric pressure) ले कागज र पानीलाई थामिराख्छ।

प्रयोग २ — प्लवनको सर्त (Flotation): एउटै फलामको किला (nail) पानीमा हाल्दा डुब्छ, तर फलामकै खोक्रो कचौरा/डुँगा-आकार (hollow bowl) तैरन्छ।

कारण: खोक्रो आकारले धेरै पानी विस्थापन गरी उत्प्लावन बल (buoyancy) बढाउँछ — यही आर्किमिडिजको सिद्धान्त हो।

दैनिक जीवनमा चापको उपयोग *Real-world Connection*

- **हाइड्रोलिक ब्रेक र ज्याक (Hydraulic brake & jack):** पास्कलको नियमले सानो बलले गाडी रोक्ने/उठाउने ठूलो बल दिन्छ।
- **प्रेसर कुकर (Pressure cooker):** भित्रको चाप बढाएर पानीको उमाल्ने तापक्रम बढाइन्छ — खाना छिटो पाक्छ; उच्च हिमाली क्षेत्रमा यो झन् उपयोगी।
- **सिरिन्ज र पम्प (Syringe & pump), जहाज र पनडुब्बी (ship & submarine):** सबै चाप, पास्कल र आर्किमिडिजका सिद्धान्तमा आधारित छन्।

५ मुख्य शब्दावली *(Key Terms)*

नेपाली शब्द (Term)	English Term / अर्थ
चाप	Pressure (P = F/A, unit: Pa)
पास्कलको नियम	Pascal’s Law
हाइड्रोलिक मेसिन	Hydraulic machine
वायुमण्डलीय चाप	Atmospheric pressure
ब्यारोमिटर	Barometer
उत्प्लावन बल	Upthrust / Buoyancy
आर्किमिडिजको सिद्धान्त	Archimedes’ principle
प्लवन	Flotation

६ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन *(Exercises & Assessment)*

क) अवधारणा प्रश्न *(Conceptual)*

१. चक्कुको धार किन पातलो बनाइन्छ र किलाको टुप्पो किन चुच्चो पारिन्छ? ठोसको चाप ($P = \frac{F}{A}$) को अवधारणाका आधारमा व्याख्या गर्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): क्षेत्रफल (A) घट्दा चाप (P) बढ्ने सम्बन्ध खुलाउँदै, थोरै बलले पनि धेरै चाप पैदा भई वस्तु सजिलै काटिने वा छिर्ने तथ्य उल्लेख गर्नुहोस्।

२. फलामको सानो किला पानीमा डुब्छ, तर फलामकै विशाल जहाज पानीमा सजिलै तैरन्छ किन? आर्किमिडिजको सिद्धान्त (Archimedes' Principle) प्रयोग गरी स्पष्ट पार्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): जहाजको खोक्रो आकार (Hollow Shape) ले गर्दा यसको आयतन बढ्ने र यसले विस्थापन गर्ने पानीको भार (उत्प्लावन बल/Upthrust) जहाजको कुल भारभन्दा बढी हुने कुरा बुझाउनुहोस्।

३. पृथ्वीको सतहबाट उचाइ (Altitude) बढ्दै जाँदा वायुमण्डलीय चाप (Atmospheric Pressure) किन घट्दै जान्छ? मुख्य भौतिक कारण लेख्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): उचाइ बढ्दै जाँदा माथिको वायुमण्डलमा हावा पातलो र हल्का हुँदै जाने तथा हावाको स्तम्भको तौल कम हुने तथ्य प्रष्ट पार्नुहोस्।

ख) गणितीय प्रश्न *(Numerical)*

४. २० N को बल (F) एउटा ०.५ m^2 क्षेत्रफल (A) भएको सतहमा लम्बवत् (Perpendicular) रूपमा लागिरहेको छ भने उक्त सतहमा उत्पन्न हुने चाप (P) कति होला? हिसाब गर्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): $P = \frac{F}{A}$ सूत्र प्रयोग गर्नुहोस्। (उत्तर: ४० Pa)

५. १० m गहिराइ (h) भएको एउटा पानीको पोखरीको फेदमा पानीले दिने चाप (P) कति हुन्छ? हिसाब गर्नुहोस्। (पानीको घनत्व $\rho =$ १००० kg/m^3 र गुरुत्वीय त्वरण $g =$ १० m/s^2 मान्नुहोस्)

सङ्केत (Hint): $P = \rho g h$ सूत्र प्रयोग गर्नुहोस्। (उत्तर: १,००,००० Pa वा १०० kPa)

६. एउटा हाइड्रोलिक प्रेस (Hydraulic Press) को सानो पिस्टनको क्षेत्रफल $A_1 =$ २ cm^2 र ठूलो पिस्टनको क्षेत्रफल $A_2 =$ २० cm^2 छ। यदि सानो पिस्टनमा ५० N बल (F_1) लगाइयो भने पास्कलको नियम (Pascal's Law) अनुसार ठूलो पिस्टनमा कति बल (F_2) उत्पन्न होला?

सङ्केत (Hint): $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$ को सम्बन्ध प्रयोग गरी $F_2 = F_1 \times \frac{A_2}{A_1}$ बाट हिसाब गर्नुहोस्। (उत्तर: ५०० N)

ग) अनुप्रयोग *(Application)*

७. आर्किमिडिजको सिद्धान्त प्रयोग गरी कुनै पनि वस्तु तरल पदार्थमा तैरने (Floats), निलम्बित रहने (Suspended) वा डुब्ने (Sinks) तीनवटा मुख्य सर्तहरू (Conditions of Flotation) सूचीकृत गर्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): वस्तुको भार (W) र तरलले दिने उत्प्लावन बल (U) बीचको तुलना ($W < U$, $W = U$, र $W > U$) को अवस्था बुझाउनुहोस्।

८. प्रेसर कुकर (Pressure Cooker) ले उच्च हिमाली क्षेत्रमा खाना पकाउने प्रकृयालाई किन धेरै सजिलो र छिटो बनाउँछ? चाप र पानीको उम्कने तापक्रम (Boiling Point) को सम्बन्धका आधारमा व्याख्या गर्नुहोस्।

> ***सङ्केत (Hint):*** कुकरभित्र वाष्पको चाप बढ्दा पानीको उम्कने तापक्रम १००°C बाट बढेर लगभग १२०° C पुग्ने र उच्च तापले खाना छिटो पाक्ने कुरा उल्लेख गर्नुहोस्।

६.१ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन — वैदिक दृष्टि *(Assessment — The Vedic View)*

क) अवधारणागत प्रश्न *(Conceptual)*

९. ऋग्वेद / यजुर्वेदमा वर्णित 'आपो हि ष्ठा' सूक्तले जललाई कस्तो भौतिक र ऊर्जागत तत्त्व मान्छ? यो बुझाइ आधुनिक विज्ञानको कुन वर्गसँग मेल खान्छ र यसको ऐतिहासिक सीमारेखा कहाँनेर छ, स्पष्ट पार्नुहोस्।

> ***सङ्केत (Hint):*** जललाई पोषण र गतिको संवाहक मान्नु आधुनिक विज्ञानको 'तरल' (Fluids) वर्गको प्रारम्भिक पहिचान भएको, तर यो एक श्रद्धा-भाव मात्र हो, चापको भौतिकी वा सूत्र होइन भनी सीमारेखा प्रष्ट पार्नुहोस्।

१०. प्राचीन नौविद्या (Boat-craft/Naval Engineering) र सिन्धु घाटी सभ्यताको जल-प्रविधि (ढल, इनार, अरघट्ट) लाई किन 'प्रमाणित व्यावहारिक शिल्प' (Genuine Practical Craft) भनिएको हो? कारणसहित व्याख्या गर्नुहोस्।

> ***सङ्केत (Hint):*** भारी वस्तुलाई खोक्रो आकार दिएर तैराउने अनुभवजन्य सीप र पानीको दबाब एवं बहावलाई नियन्त्रण गरी बनाइएका संरचनाहरू साँचो र ऐतिहासिक रूपमा प्रमाणित इन्जिनियरिङ उपलब्धि भएकाले भनी खुलाउनुहोस्।

ख) विवेचनात्मक प्रश्न *(Critical Thinking)*

११. प्रकृतिको आदर गर्ने जल-वन्दना (श्रद्धा-भाव) र आधुनिक द्रव चापको नियम ($P = \rho gh$) बीच के व्यावहारिक फरक छ? "प्राचीन वैदिक ग्रन्थहरूमा आधुनिक द्रव-यान्त्रिकी (Fluid Mechanics) को पूर्ण विज्ञान थियो" भनी दाबी गर्नु किन अतार्किक अतिशयोक्ति (Exaggeration) हुन्छ, समालोचनात्मक समीक्षा गर्नुहोस्।

> ***सङ्केत (Hint):*** प्राचीन अवलोकन गुणात्मक र दार्शनिक प्रेरणा थियो, जबकि आधुनिक विज्ञानका सूत्रहरू प्रयोगशालामा आधारित मात्रात्मक र प्रयोगसिद्ध तथ्य हुन् भन्दै दुवैको प्राज्ञिक सीमारेखा छुट्याउनुहोस्।

१२. पाठ्यपुस्तकमा प्रस्तुत गरिएको 'Evidence Check' (प्रमाण-आधारित टिप्पणी) को कसीमा राखेर तल उल्लिखित वैदिक र आधुनिक अवधारणाहरूलाई (अ) प्रमाणित इन्जिनियरिङ, (आ) दार्शनिक अवलोकन, र (इ) विशुद्ध आधुनिक खोज गरी वर्गीकरण गर्नुहोस्:

> क) बन्द भाँडोमा तरलको चाप सबै दिशामा समान रूपले सर्छ भन्ने पास्कलको नियम र हाइड्रोलिक प्रेसको सूत्र।

ख) सिन्धु सभ्यताको सुनियोजित ढल (Drainage), विशाल स्नानागार (Great Bath) र इनारहरूको निर्माण।

ग) "वायु अदृश्य भए पनि सर्वव्यापी र शक्तिशाली भौतिक पदार्थ हो" भन्ने वैदिक चिन्तन।

घ) समुद्रको गहिराइसँगै जलको बल (दबाव) बढ्छ भन्ने अथर्ववेदको गुणात्मक सन्दर्भ।

ग) परियोजना कार्य *(Project Work)*

१३. एक जल-व्यवस्थापन (Great Bath, ढल, इनार) वा पानी उठाउने चक्र 'अरघट्ट' (Water-lifting Wheel) मध्ये कुनै एकको सुन्दर रेखाचित्र वा मोडेल (Model) तयार पार्नुहोस्। उक्त प्राचीन प्रविधिमा जल-दबाब (Water Pressure) र प्रवाह (Flow) को सिद्धान्तलाई कसरी व्यावहारिक रूपमा प्रयोग गरिएको थियो, प्रतिवेदन लेखी कक्षाकोठामा प्रदर्शन गर्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): इनारको गहिराइ, ढलको ढलान (gradient), र बाँधको फेद बाक्लो बनाउने प्रविधिलाई आधुनिक हाइड्रोलिक मेकानिक्ससँग जोड्दै चार्टपेपरमा फ्लोचार्ट वा स्केच बनाएर प्रस्तुत गर्नुहोस्।

कक्षा १० • अध्याय ९

ताप शक्ति

Heat Energy

यस अध्यायमा ***In this chapter***

- ताप र तापक्रमको भिन्नता, तथा तापक्रम मापन (Celsius, Fahrenheit, Kelvin) जान्ने
- विशिष्ट ऊष्मा क्षमता (Specific Heat, $Q = mc\Delta T$) र क्यालोरीमिति (Calorimetry) बुझ्ने
- अवस्था परिवर्तन (Change of State) र गुप्त ऊष्मा (Latent Heat, $Q = mL$) व्याख्या गर्ने
- ताप-स्थानान्तरण (Heat Transfer) — चालन (Conduction), संवहन (Convection), विकिरण (Radiation) छुट्याउने

१ आधुनिक विज्ञानको व्याख्या *(Modern Science: Heat Energy)*

ताप (Heat) एक प्रकारको ऊर्जा (energy) हो जुन तापक्रमको भिन्नता (temperature difference) का कारण एक वस्तुबाट अर्को वस्तुमा बग्छ (एकाइ: जुल, J)। **तापक्रम (Temperature)** ले वस्तु कति तातो वा चिसो छ भन्ने अवस्था जनाउँछ। यो वस्तुका कणहरूको औसत गतिज ऊर्जा (average kinetic energy of particles) को माप हो।

संक्षेपमा: ताप कारण (cause) हो। तापक्रम परिणाम (effect)।

💡 ताप (Heat) र तापक्रम (Temperature) बीचको यो सम्बन्धलाई एकदमै सरल भाषामा यसरी बुझ्न सकिन्छ:

- **ताप कारण (Cause) हो:** ताप भनेको ऊर्जाको एउटा रूप (Form of Energy) हो, जसलाई हामीले कुनै वस्तुमा दिन्छौँ वा वस्तुबाट बाहिर निकाल्छौँ। यो वस्तुमा गरिने 'मूल काम वा आगत' (Input) हो।
- **तापक्रम परिणाम (Effect) हो:** जब कुनै वस्तुमा ताप ऊर्जा दिइन्छ, तब त्यस वस्तुका अणुहरू तीव्र गतिमा चल्न थाल्छन्। त्यसको नतिजा वा परिणामस्वरुप वस्तु कति तातो वा चिसो भयो भन्ने कुराको मापन नै तापक्रम हो।

सरल उदाहरण: यदि तपाईंले ग्यास चुलोमा पानी बसाल्नुभयो भने चुलोबाट निस्कने आगो 'ताप' (कारण) हो, र त्यस आगोले गर्दा पानी तातेर थर्मोमिटरमा अंक बढ्नु 'तापक्रम' (परिणाम) हो। छोटकरीमा भन्दा, तापले गर्दा नै तापक्रम परिवर्तन हुन्छ; त्यसैले ताप कारण र तापक्रम त्यसको परिणाम हो।

१.१ तापक्रम मापन *Temperature Scales*

तापक्रम (Temperature) नाप्नका लागि भौतिक विज्ञानमा तीनवटा प्रमुख स्केलहरू (Scales) प्रयोग गरिन्छन्: सेल्सियस (°C - Celsius), फरेनहाइट (°F - Fahrenheit) र केल्भिन (K - Kelvin)।

केल्भिन स्केल: केल्भिन नै तापक्रमको अन्तर्राष्ट्रिय एकाई (**SI unit**) हो। यस स्केलको **० K** लाई **परम शून्य तापक्रम (Absolute Zero Temperature)** भनिन्छ, जुन ब्रह्माण्डकै सबैभन्दा न्यून सम्भावित

तापक्रम हो। यस तापक्रममा पदार्थ भित्रका कणहरूको गति (Molecular Motion) पूर्ण रूपमा रोकिन्छ वा न्यूनतम हुन्छ।

मुख्य सूत्रहरू *Key Formulas*

सेल्सियस, फरेनहाइट र केल्भिन स्केलहरू बीच सम्बन्ध देखाउने र एकअर्कामा रूपान्तरण (Conversion) गर्ने गणितीय सूत्रहरू निम्न छन्:

१. सेल्सियसबाट फरेनहाइटमा लैजाने सूत्र:

$$^{\circ}\mathrm{F} = \left(\frac{९}{५} \times ^{\circ}\mathrm{C}\right) + ३२$$

२. सेल्सियसबाट केल्भिनमा लैजाने सूत्र:

$$\mathrm{K} = ^{\circ}\mathrm{C} + २७३.१५$$

१.२ विशिष्ट ऊष्मा क्षमता र क्यालोरीमिति *Specific Heat & Calorimetry*

भौतिक विज्ञानमा पदार्थहरूले ताप सोस्ने वा गुमाउने क्षमता बुझ्न **विशिष्ट ऊष्मा क्षमता** र तापको मापन गर्न **क्यालोरीमिति**को अध्ययन गरिन्छ।

विशिष्ट ऊष्मा क्षमता (Specific Heat Capacity - c): कुनै पनि पदार्थको १ kg द्रव्यमान (Mass) को तापक्रम १°C (वा १K) ले बढाउन वा घटाउनका लागि आवश्यक पर्ने कुल ताप ऊर्जा (Heat Energy) को परिमाणलाई त्यस पदार्थको विशिष्ट ऊष्मा क्षमता भनिन्छ।

- **SI एकाई:** जुल प्रति किलोग्राम प्रति डिग्री सेल्सियस (J/kg°C वा $\mathrm{J \cdot kg^{-1} \cdot ^{\circ}C^{-1}}$) वा केल्भिनमा J/kg K हो।

मुख्य सूत्रहरू *Key Formulas*

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

Q = ताप ऊर्जा (Heat energy, J)

m = द्रव्यमान (mass, kg), c = विशिष्ट ऊष्मा (J/kg°C), ΔT = तापक्रम परिवर्तन (°C)

पानीको विशिष्ट ऊष्मा क्षमता र यसका प्रभावहरू

हाम्रो प्रकृतिमा उपलब्ध पदार्थहरूमध्ये पानीको विशिष्ट ऊष्मा क्षमता अत्यधिक उच्च अर्थात् लगभग ४२०० J/kg°C हुन्छ। यसको अर्थ १ kg पानीको तापक्रम १°C ले बढाउनका लागि ४२०० J ताप ऊर्जा चाहिन्छ। यस उच्च मानका कारण दैनिक जीवनमा निम्न प्रभावहरू देखिन्छन्:

- **शीतलकको रूपमा प्रयोग (Use as a Coolant):** पानीले धेरै ताप ऊर्जा सोस्न सक्ने तर ढिलो तातो र ढिलो चिसो हुने भएकाले यसलाई गाडीको इन्जिन चिसो पार्न (Radiators) र कलकारखानामा शीतलक (Coolant) को रूपमा प्रयोग गरिन्छ। हाम्रो शरीरको तापक्रम सन्तुलनमा राख्न पनि रगतमा हुने पानीले यही भूमिका खेल्छ।

- **समुद्र तटको हावापानी (Maritime Climate):** समुद्रको पानी ढिलो तातो र ढिलो चिसो हुने हुनाले समुद्रनजिकका क्षेत्रहरूमा जाडोमा धेरै जाडो र गर्मीमा धेरै गर्मी हुन पाउँदैन र हावापानी सन्तुलित (Moderate) रहन्छ।

क्यालोरीमिति र ताप-आदानप्रदानको सिद्धान्त (Calorimetry & Principle of Floatation of Heat)

क्यालोरीमिति भनेको ताप ऊर्जा मापन गर्ने विज्ञान हो। यसको मुख्य आधार **ताप-आदानप्रदानको सिद्धान्त (Principle of Heat Exchange)** हो। यस सिद्धान्त अनुसार:

यदि फरक-फरक तापक्रम भएका दुई वस्तुहरूलाई एकसाथ राखियो र बाह्य वातावरणमा तापको ह्रास वा नोक्सानी भएन भने:

तातो वस्तुले गुमाएको कुल ताप (Heat Lost) = चिसो वस्तुले पाएको कुल ताप (Heat Gained)

हल गरिएको उदाहरण — Q = mcΔT *Worked Example*

प्रश्न (Question): २ kg पानीलाई २५°C बाट ७५°C सम्म तताउनका लागि कति ताप ऊर्जा (Q) आवश्यक पर्दछ? (पानीको विशिष्ट ऊष्मा क्षमता c = ४२०० J/kg°C मान्नुहोस्)

हल (Solution):

यहाँ दिइएको डेटा,

- पानीको द्रव्यमान (m) = २ kg
- प्रारम्भिक तापक्रम (T_1) = २५°C
- अन्तिम तापक्रम (T_2) = ७५°C
- तापक्रम परिवर्तन (ΔT) = $T_2 - T_1$ = ७५ − २५ = ५०°C
- विशिष्ट ऊष्मा क्षमता (c) = ४२०० J/kg°C

सूत्र अनुसार,

$$\boldsymbol{Q = m \times c \times \Delta T}$$

$$Q = २ \times ४२०० \times ५०$$

$$Q = ४,२०,००० \text{ J} \quad \left(\text{वा } ४२० \text{ kJ — किलोजुल}\right)$$

उत्तर: उक्त पानीलाई तताउनका लागि ४,२०,००० J ताप ऊर्जा आवश्यक पर्दछ।

१.३ अवस्था परिवर्तन र गुप्त ऊष्मा *Change of State & Latent Heat*

पदार्थहरू ताप ऊर्जाका कारण एक अवस्थाबाट अर्को अवस्थामा परिवर्तन हुन सक्छन्। यस प्रक्रियामा तापक्रम स्थिर रहने र भौतिक अवस्था बदलिने मेकानिक्स लुकेको हुन्छ।

अवस्था परिवर्तन (Change of State): निश्चित तापक्रम र चापमा पदार्थहरू ठोस (Solid), तरल (Liquid), र ग्यास (Gas) अवस्था बीच आपसमा बदलिन्छन्। यसका प्रमुख प्रक्रियाहरू निम्न छन्:

- **पग्लनु (Melting):** ठोस अवस्थाबाट तरल अवस्थामा परिणत हुनु।
- **उम्लनु वा वाष्पीकरण (Boiling / Vaporization):** तरल अवस्थाबाट ग्यास अवस्थामा परिणत हुनु।
- **संघनन (Condensation):** ग्यास अवस्थाबाट चिसिएर पुनः तरल अवस्थामा परिणत हुनु।
- **जम्नु (Freezing / Solidification):** तरल अवस्थाबाट चिसिएर ठोस अवस्थामा परिणत हुनु।

गुप्त ऊष्मा (Latent Heat — Q): अवस्था परिवर्तन हुँदा पदार्थको तापक्रम स्थिर रहन्छ (थर्मोमिटरमा अंक बढ्दैन वा घट्दैन), तर पदार्थले ताप ऊर्जा लिने वा दिने क्रम जारी राख्छ। यसरी स्थिर तापक्रममा पदार्थको अवस्था बदल्नका लागि प्रयोग हुने 'लुकेको' वा अदृश्य ताप ऊर्जालाई नै गुप्त ऊष्मा भनिन्छ।

विशिष्ट गुप्त ऊष्मा (Specific Latent Heat — L): स्थिर तापक्रममा *१* kg द्रव्यमान (Mass) भएको पदार्थको अवस्था पूर्ण रूपमा परिवर्तन गर्न आवश्यक पर्ने कुल गुप्त ऊष्मालाई त्यस पदार्थको विशिष्ट गुप्त ऊष्मा भनिन्छ।

▦ मुख्य सूत्रहरू *Key Formulas*

अवस्था परिवर्तनको समयमा वस्तुले सोसेको वा गुमाएको कुल गुप्त ऊष्मा (Q) गणना गर्ने गणितीय सूत्र निम्न छ:

गुप्त ऊष्मा (Latent Heat): $Q = m \times L$

Q = **कुल गुप्त ऊष्मा (Total latent heat, J)**

L = विशिष्ट गुप्त ऊष्मा (J/kg) — पग्लने (fusion) र उम्लने (vaporization)

[**नोट:** पदार्थ पग्लने प्रक्रियाका लागि 'पग्लने विशिष्ट गुप्त ऊष्मा' — Latent Heat of Fusion र उम्लने प्रक्रियाका लागि 'वाष्पीकरणको विशिष्ट गुप्त ऊष्मा' — Latent Heat of Vaporization को मान फरक-फरक हुन्छ।]

दैनिक उदाहरण:

- **पसिना आउँदा शरीर चिसिनु (Cooling due to Sweat):** जब हाम्रो शरीरबाट निस्केको पसिना सुख्ख वा वाष्पीकरण (Evaporation) हुन्छ, तब पसिनाले ग्यास (वाष्प) मा बदलिनका लागि आवश्यक पर्ने 'वाष्पीकरणको गुप्त ऊष्मा' (Latent heat of vaporization) सिधै हाम्रो

शरीरको छालाबाट सोस्दछ। फलस्वरूप, शरीरबाट ताप बाहिरिँदा हामीलाई शीतलता वा चिसो महसुस हुन्छ।

- **बरफ पग्लँदा वरपर चिसो हुनु:** जब बरफ पग्लन थाल्छ, यसले आफ्नो अवस्था ठोसबाट तरलमा बदल्नका लागि आवश्यक पर्ने 'पग्लने गुप्त ऊष्मा' (Latent heat of fusion) वरपरको वातावरणबाट तीव्र रूपमा सोस्दछ। वातावरणको ताप बरफले सोसिदिने हुनाले बरफको आसपासको वायुमण्डल निकै चिसो हुन पुग्छ।

समकक्ष वैदिक दर्शन र आध्यात्मिक विज्ञान र यसको मापन प्रणाली Veda in Science

१. अवस्था परिवर्तनको वैदिक समकक्ष (Vedic Equivalent of Change of State)

वैदिक विज्ञानमा पदार्थका यी अवस्थाहरूलाई **'पञ्चमहाभूत' (५ वटा महाभूतहरू)** र **'त्रिगुण' (सत्त्व, रजस्, तमस्)** को सिद्धान्तद्वारा व्याख्या गरिन्छ।

- **ठोस अवस्था (Solid) = पृथ्वी तत्त्व र तामस गुण:** ठोस पदार्थमा कठोरता र स्थिरता हुन्छ। यो 'पृथ्वी तत्त्व' हो, जसमा 'तमस्' (inertia/stability) गुणको प्रबलता हुन्छ। यसको तन्मात्रा (subtle essence) 'गन्ध' (Smell) हो।
- **तरल अवस्था (Liquid) = जल तत्त्व र राजस-सत्त्व गुण:** जब ठोस पदार्थमा ऊर्जा थपिन्छ, यसको कठोरता हराएर बग्ने गुण आउँछ। यो 'जल तत्त्व' हो। यसमा 'राजस' (movement) र केही 'सत्त्व' (cohesion) को मिश्रण हुन्छ। यसको तन्मात्रा 'रस' (Taste) हो।
- **ग्यास अवस्था (Gas) = वायु तत्त्व र सत्त्व गुण:** तरल पदार्थ अझ सूक्ष्म भएर स्वतन्त्र र विस्तारित हुनु ग्यास अवस्था हो। यो 'वायु तत्त्व' हो, जसमा 'सत्त्व' गुण (expansion/subtlety/lightness) प्रबल हुन्छ। यसको तन्मात्रा 'स्पर्श' (Touch) हो।

अवस्था परिवर्तनको मेकानिक्स: भौतिक विज्ञानमा जस्तै वैदिक दर्शनमा पनि अवस्था परिवर्तन भनेको **'तन्मात्रा परिवर्तन'** हो। जब अग्नि तत्त्व (ताप/ऊर्जा) ले पृथ्वी तत्त्व (ठोस) मा प्रवेश गर्छ, यसको तमस गुणलाई भङ्ग गरेर जल तत्त्व (तरल) मा परिणत गर्छ। यसलाई वैदिक भाषामा **'भूतान्तर परिणाम'** (एउटा भूतबाट अर्को भूतमा हुने रूपान्तरण) भनिन्छ।

२. गुप्त ऊष्माको वैदिक समकक्ष (Vedic Equivalent of Latent Heat)

भौतिक विज्ञानमा 'गुप्त ऊष्मा' त्यो ऊर्जा हो जुन तापक्रम (Temperature) नबढाई पदार्थको आन्तरिक बन्धन (Molecular bonds) तोड्न प्रयोग हुन्छ। वैदिक दर्शनमा यसलाई अत्यन्तै सुन्दर रूपमा व्याख्या गरिएको छ:

- **स्थूल र सूक्ष्म ऊर्जा (Gross vs. Subtle Energy):** तापक्रम (Temperature) भनेको 'स्थूल' (Gross) रूपमा देखिने ऊर्जा हो, जुन हामीले नाप्न सक्छौं। तर गुप्त ऊष्मा भनेको **'सूक्ष्म अग्नि' (Subtle Fire)** वा **'अव्यक्त शक्ति' (Unmanifest Energy)** हो। यो बाहिर देखिँदैन, तर यसले पदार्थको भित्री संरचना (संस्कार वा बन्धन) लाई परिवर्तन गरिरहेको हुन्छ।
- **तपस् (Tapas) र ऊर्जाको रूपान्तरण:** योग र वेदान्तमा 'तपस्' भनेको त्यही गुप्त ऊष्मा हो। जब हामी कुनै गहिरो साधना वा ध्यान गर्छौं, बाहिर हाम्रो शरीरको तापक्रम नबढ्न सक्छ (स्थूल

परिवर्तन हुँदैन), तर भित्र हाम्रो चेतनाका कडा बन्धनहरू (Granthis) तोडिन लागि 'गुप्त आध्यात्मिक ऊष्मा' खर्च भइरहेको हुन्छ।

- **अव्यक्त (Unmanifest) बाट व्यक्त (Manifest) तर्फ:** गुप्त ऊष्मा 'अव्यक्त' अवस्थामा काम गर्छ। यसले पदार्थको 'ग्रन्थि' (Knots/Bonds) लाई खुला गर्छ। जसरी बरफ पग्लिँदा बरफको कठोर बन्धन खुल्छ, त्यसरी नै चेतनामा 'वैराग्य' (Dispassion) र 'विवेक' (Discernment) को गुप्त ऊष्माले संसारप्रतिको मोहको बन्धन खोल्छ।

३. वैदिक अवधारणामा यसको मापन कसरी गरिन्छ? (Measurement in Vedic Concept)

आधुनिक विज्ञानमा विशिष्ट गुप्त ऊष्मालाई $Q = mL$(जुल प्रति किलोग्राम) द्वारा नापिन्छ। तर वैदिक र योगिक विज्ञानमा यसलाई **'अनुभवजन्य प्रत्यक्ष' (Experiential Perception)** र **'चेतनाको अवस्था'** द्वारा नापिन्छ।

क) ग्रन्थि भङ्गको मापन (Measurement of Knot-breaking): कुण्डलिनी योगमा ३ वटा प्रमुख 'ग्रन्थि' (बन्धन) हरू मानिएका छन्, जुन ठोस, तरल र ग्यास जस्तै चेतनाका अवस्थाहरू हुन्:

१. **ब्रह्म ग्रन्थि (ठोस अवस्था/Jagrat):** भौतिक इच्छा र डरको बन्धन।

२. **विष्णु ग्रन्थि (तरल अवस्था/Swapna):** भावना र सूक्ष्म इच्छाको बन्धन।

३. **रुद्र ग्रन्थि (ग्यास/सूक्ष्म अवस्था/Sushupti):** बौद्धिक अहंकारको बन्धन।

मापन: यी ग्रन्थिहरूलाई तोड्न कति 'गुप्त ऊष्मा' (साधना/तपस्) लाग्यो भन्ने कुरा साधकको आन्तरिक अनुभव, श्वासप्रश्वासको सूक्ष्मता, र मनको एकाग्रताबाट नापिन्छ।

ख) धातु परिवर्तनको मापन (Measurement in Ayurveda): आयुर्वेदमा शरीरमा ७ वटा धातुहरू (Rasa, Rakta, Mamsa, Meda, Asthi, Majja, Shukra) छन्। एउटा धातुबाट अर्को धातु बन्नका लागि 'धातु अग्नि' (Latent Heat) चाहिन्छ। यदि यो अग्नि सन्तुलित छैन भने अवस्था परिवर्तन सही हुँदैन (जसले रोग निम्त्याउँछ)। यसलाई नाडी परीक्षण (Pulse diagnosis) र शरीरको 'ओजस्' (Vital energy) को स्तरबाट नापिन्छ।

ग) चेतनाका अवस्थाहरूको मापन (Measurement of States of Consciousness): जसरी पानी ०°C मा बरफ हुन्छ र १००°C मा बाफ हुन्छ, त्यसरी नै चेतनाको पनि अवस्था परिवर्तन हुन्छ:

- **जाग्रत अवस्था (Waking - ठोस):** बाहिरी संसारसँग कठोर रूपमा जोडिएको।
- **स्वप्न अवस्था (Dreaming - तरल):** मनका भावनाहरू बगिरहेका।
- **सुषुप्ति अवस्था (Deep Sleep - ग्यास/सूक्ष्म):** सबै बन्धनहरू पग्लिएर शान्त अवस्था।
- **तुरीय अवस्था (Turiya - परम अवस्था):** जहाँ कुनै पनि अवस्था परिवर्तन हुँदैन, केवल शुद्ध चेतना बाँकी रहन्छ। यो नै परम 'गुप्त ऊष्मा' (पारब्रह्म) हो जसले सबै कुरालाई आफ्नो भित्री तापले ओगटेको हुन्छ।

४. बालसुलभ दृष्टिकोण र प्रकृतिसँगको एकीकरण
(Childlike Perspective & Merging with Nature)

एउटा बालकले जब घाममा राखिएको बरफको टुक्रालाई हेर्छ, उसले के देख्छ त? उसले "तापक्रम बढ्यो" वा "गुप्त ऊष्मा" भन्ने भौतिक विज्ञानको सूत्र देख्दैन। उसले देख्छ **"बरफको कठोर शरीर पग्लिएर स्वतन्त्र पानीको आत्मा बाहिर निस्कँदैछ।"**

बालकको लागि बरफ पग्लिनु भनेको जेलमुनि परेको पानीको आत्मालाई 'अदृश्य अग्नि देवता' (गुप्त ऊष्मा) ले आएर छुटाउँदैछ भन्ने जादु अनुभव हो। यस क्रममा बरफ चिसो नै रहन्छ (तापक्रम स्थिर), तर भित्रभित्रै ऊर्जाको नाच भइरहेको हुन्छ।

प्रकृतिसँग एकीकरण हुनु भनेको यही हो । हामीले पनि पानी उम्लिँदा बाफ बनेर आकाशमा मिल्नु र फेरि पानी बनेर वर्षिनु, यसलाई केवल 'वाष्पीकरण र संघनन' नठानी, **प्रकृतिको श्वासप्रश्वास** ठान्नु हो। हामी भित्रको चेतना पनि त्यही पानी हो। कहिले कडा बरफ जस्तो (क्रोध, मोह, अहंकार - ठोस), कहिले बगिरहेको नदी जस्तो (प्रेम, करुणा - तरल), र कहिले सबैतिर व्याप्त हावा जस्तो (शान्ति, मुक्ति - ग्यास)।

निष्कर्ष: भौतिक विज्ञानको **गुप्त ऊष्मा** ले कसरी पदार्थको अवस्था परिवर्तन गर्छ त्यसको चर्चा गर्छ। आध्यात्मिक विज्ञानको **गुप्त तपस् (साधना/ज्ञान)** ले त्यसैगरी मानव चेतनाको अवस्था परिवर्तन कसरि हुन्छ त्यसको अनुभूति गराउने गर्दछ। बाहिरी थर्मोमिटरले तापक्रम नाप्छ भने, भित्री 'साक्षी भाव' (Witness Consciousness) ले चेतनाको यो गुप्त रूपान्तरणलाई अनुभव गर्छ। यही नै वैदिक बुझ्न सकिने 'अवस्था परिवर्तन र गुप्त ऊष्मा' को परम सत्य दृष्टिकोण हो।

१.४ ताप-स्थानान्तरण *Heat Transfer*

ताप ऊर्जा सधैँ बढी तापक्रम भएको तातो वस्तु वा स्थानबाट कम तापक्रम भएको चिसो वस्तु वा स्थानतर्फ प्रवाह हुन्छ।

प्रकृतिमा ताप ऊर्जा एक ठाउँबाट अर्को ठाउँमा स्थानान्तरण हुने तीनवटा प्रमुख विधिहरू छन्:

ताप-स्थानान्तरणका तीन विधि *Three Modes of Heat Transfer*

- **चालन (Conduction):** पदार्थका कणहरू आफ्नो ठाउँबाट कतै नसरी, केवल आफ्नो स्थानमा कम्पन (**Vibration**) गर्दै आफूसँगै जोडिएका छिमेकी कणहरूमा ताप ऊर्जा सर्ने प्रक्रियालाई चालन भनिन्छ।

  माध्यम: यो मुख्यतया ठोस पदार्थ, विशेष गरी धातुहरू (**Metals**) मा हुन्छ।

  दैनिक उदाहरण: तातो चियामा डुबाएर राखिएको धातुको चम्चाको तल्लो भागबाट ताप सर्दै माथिको समात्ने डन्डीसम्म आइपुग्नु र हात पोल्नु।

- **संवहन (Convection):** तातो पदार्थका ताता र हल्का कणहरू आफैँ एक ठाउँबाट अर्को ठाउँमा बगेर वा सरेर ताप ऊर्जा ओसार्ने प्रक्रियालाई संवहन भनिन्छ।

माध्यम: यो केवल बग्न सक्ने तरल पदार्थ र ग्यासहरू (**Fluids: Liquids & Gases**) मा मात्र सम्भव हुन्छ।

दैनिक उदाहरण: भाँडोमा पानी उमाल्दा फेदको तातो पानी हल्का भएर माथितिर जानु र माथिको चिसो पानी गह्रौँ भएर तल आउनु (संवहन चक्र), तथा प्रकृतिमा हावा चल्नु।

- **विकिरण (Radiation):** कुनै पनि भौतिक माध्यम (हावा, पानी वा ठोस) को आवश्यकता बिना नै विद्युत्-चुम्बकीय तरङ्गहरू (**Electromagnetic Waves / Infrared Waves**) का रूपमा ताप ऊर्जा सिधै सर्ने प्रक्रियालाई विकिरण भनिन्छ।

  माध्यम: यसका लागि कुनै माध्यम चाहिँदैन; यो निर्वात (शून्य अन्तरिक्ष) मा पनि हुन सक्छ।

  दैनिक उदाहरण: सूर्यको प्रखर ताप करोडौँ किलोमिटर लामो शून्य अन्तरिक्ष पार गरी पृथ्वीसम्म आइपुग्नु, वा जाडोयाममा आगो बलिरहेको ठाउँबाट केही पर बस्दा पनि हाम्रो शरीरमा तातो महसुस हुनु।

भौतिक विज्ञान र वैदिक विज्ञानको संगम Veda in Science

१. चालन (Conduction) र वैदिक समकक्ष: गुरु-शिष्य सन्निधान (Shaktipat & Satsang)

वैज्ञानिक अवधारणा: कणहरू आफ्नो ठाउँबाट नसरी, केवल कम्पन (Vibration) मार्फत छिमेकी कणमा ताप सर्ने प्रक्रिया (ठोस माध्यममा हुने)।

वैदिक समकक्ष: गुरुको मौन उपस्थिति र शक्तिपात (Silent Transmission) वैदिक परम्परामा चालनलाई **'गुरु-शिष्य परम्परा'** वा **'सत्संग'** को माध्यमबाट हुने ज्ञान र ऊर्जाको प्रवाहसँग तुलना गरिन्छ।

- **मेकानिक्स:** जब एउटा साधक (शिष्य) उच्च चेतना भएका गुरुको नजिक बस्छन्, गुरुले केही बोल्नु पर्दैन (कणहरू आफ्नो ठाउँबाट सर्दैनन्)। गुरुको चेतनाको 'कम्पन' (Vibration of Consciousness) सिधै शिष्यको सूक्ष्म शरीरमा सर्छ। यसलाई **'शक्तिपात'** वा **'मौन दीक्षा'** (Dakshinamurti अवस्था) भनिन्छ।
- **दैनिक/आध्यात्मिक उदाहरण:** तपाईंले तातो चियामा चम्चा डुबाउँदा चम्चाको डन्डी तातिन्छ, त्यसैगरी जब तपाईं कुनै शान्त र ज्ञानी व्यक्तिको नजिक बस्नुहुन्छ, तपाईंको मनमा कुनै कारण बिना नै एउटा अद्भुत शान्ति र तातोपन (ऊर्जा) महसुस हुन्छ। यो 'मानसिक चालन' (Mental Conduction) हो।

२. संवहन (Convection) र वैदिक समकक्ष: प्राणवायु र कुण्डलिनी सञ्चार (Flow of Prana & Kundalini)

वैदिक समकक्ष: नाडीहरूमा प्राणको सञ्चार र कुण्डलिनी उत्थान

वैदिक योग विज्ञानमा संवहनलाई शरीर भित्रको **'प्राणवायु'** र **'सूक्ष्म तरल पदार्थ' (Nadis & Chakras)** को गतिसँग जोडिन्छ।

- **मेकानिक्स:** हाम्रो शरीरमा ७२,००० नाडीहरू (सूक्ष्म नलीहरू) छन्। जब योग साधना वा प्राणायामद्वारा 'अपान वायु' (तलतिर जाने ऊर्जा) लाई उल्टो दिशामा मोडिन्छ, यो तातो पानी माथि उठेजस्तै 'सुषुम्ना नाडी' हुँदै माथितिर बग्न थाल्छ। यसरी 'तातो' (सक्रिय) प्राण शरीरका विभिन्न चक्रहरूमा बगेर चिसो (सुप्त) भागलाई जागृत गर्छ। यसैलाई **कुण्डलिनी उत्थान** भनिन्छ।
- **दैनिक/आध्यात्मिक उदाहरण:** भाँडोमा पानी उम्लिँदा तलको तातो पानी माथि जाने र चिसो तल आउने चक्र जस्तै, हाम्रो मनमा पनि एउटा गहिरो भावना (जस्तै: प्रेम वा भक्ति) जागृत हुँदा, त्यो मनभरि बग्न थाल्छ र सुस्ताएका (चिसो) विचारहरूलाई पनि आफूसँगै माथि उठाएर लैजान्छ। यसलाई 'भाव-संवहन' भन्न सकिन्छ।

३. विकिरण (Radiation) र वैदिक समकक्ष: ब्रह्म-दीप्ति र ईश्वरीय कृपा (Tejas & Divine Grace)

वैज्ञानिक अवधारणा: कुनै पनि भौतिक माध्यम बिना नै, शून्य (Vacuum) बाट पनि विद्युत्-चुम्बकीय तरङ्गमार्फत ताप सर्ने प्रक्रिया।

वैदिक समकक्ष: परमब्रह्मको तेज, अनुग्रह कृपा र ओमकार वैदिक दर्शनमा विकिरणलाई **'ब्रह्म-प्रभाव' (Tejas)**, **'ईश्वरीय कृपा'**, वा **'नाद ब्रह्म' (ध्वनिको सूक्ष्म रूप)** सँग तुलना गरिन्छ।

- **मेकानिक्स:** सूर्य (सविता देवता) ले कुनै माध्यम बिना नै आफ्नो 'प्राण शक्ति' पृथ्वीमा पठाउँछन्। आध्यात्मिक रूपमा, जब कुनै ऋषि वा अवतार पुरुष पूर्ण रूपमा जागृत हुन्छन्, उहाँहरूको **'तेज' (Aura/Spiritual Radiance)** ले कुनै माध्यम (शब्द, स्पर्श, वा दृष्टि) को आवश्यकता बिना नै करोडौँ मानिसहरूको चेतनालाई प्रभावित गर्छ। भगवान् कृष्णले गीतामा भनेजस्तै, परमात्माको कृपा 'शून्य' (अनाकार) बाट प्रकट भएर सबैतिर व्याप्त हुन्छ।
- **दैनिक/आध्यात्मिक उदाहरण:** जाडोयाममा आगोको ताप टाढैबाट महसुस हुनु जस्तै, जब हामी कुनै पवित्र तीर्थस्थल वा मन्दिरमा पुग्छौं, त्यहाँको वातावरणमा कुनै व्यक्ति नभए पनि एउटा 'गुप्त तातोपन' वा 'पवित्रता' महसुस हुन्छ। यो त्यहाँको 'विकिरणशील चेतना' (Radiant Consciousness) हो।

४. वैदिक अवधारणामा यसको मापन कसरी गरिन्छ? (Measurement in Vedic Concept)

आधुनिक विज्ञानमा ताप-स्थानान्तरणलाई 'थर्मोमिटर' र 'क्यालोरीमिटर' ले नाप्छ। तर वैदिक विज्ञानमा यसलाई **'साधकको आन्तरिक अनुभव' (Inner Experience)** र **'सूक्ष्म शरीरका लक्षणहरू'** द्वारा नापिन्छ।

क) चालनको मापन (Measuring Conduction - सत्संगको प्रभाव): गुरुको नजिक बस्दा साधकको श्वासप्रश्वास कति सुस्त र गहिरो भयो? मनका वृत्तिहरू (Thoughts) कति शान्त भए? यसलाई 'नाडी परीक्षण' र 'ध्यानको गहिराई' बाट नापिन्छ।

ख) संवहनको मापन (Measuring Convection - प्राणको बहाव): कुण्डलिनी वा प्राण शक्ति शरीरमा बग्दा साधकले महसुस गर्ने 'किरकिरी' (Tingling), 'आन्तरिक प्रकाश' (Inner Light), वा 'आनन्दको लहर' (Wave of Bliss) लाई यसको मापक मानिन्छ।

ग) विकिरणको मापन (Measuring Radiation - तेज र ओजस्): कुनै पनि ज्ञानी व्यक्तिको 'ओजस्' (Spiritual Vigor) वा 'तेज' ले वरपरको वातावरण कति प्रभावित भयो? उनको उपस्थितिमा हिंसा, क्रोध वा डरका भावनाहरू कति छिट्टो शान्त भए? यसलाई 'चेतनाको दायरा' (Radius of Consciousness) द्वारा नापिन्छ।

५. बालसुलभ दृष्टिकोण र प्रकृतिसँगको एकीकरण
(Childlike Perspective & Merging with Nature)

एउटा बालकले आगो ताप्दा के सोच्छ त? उसले "Conduction, Convection, Radiation" भन्ने गाह्रो शब्दहरू बुझ्दैन। उसले के महसुस गर्छ भने **"आगो एउटा जिउँदो साथी हो, जसले मलाई अँगालो हालेर तातो बनाइरहेको छ।"**

- जब बालकले तातो ढुङ्गा छुन्छ (चालन), उसलाई लाग्छ "ढुङ्गाले मलाई मायाले छोयो।"
- जब तातो हावा बग्छ (संवहन), उसलाई लाग्छ "प्रकृतिको सासफेरो मलाई छुएर गयो।"
- जब टाढाको आगोको ताप आउँछ (विकिरण), उसलाई लाग्छ "आगोको देवताले मलाई टाढैबाट हेरेर मुस्कान पठाइरहेका छन्।"

प्रकृतिसँग एकीकरणको रहस्य: वैदिक दृष्टिकोणमा, हामी र प्रकृति छुट्टै छैनौं। हाम्रो शरीरको ताप (आगो/अग्नि तत्त्व) र सूर्यको ताप एउटै चेतनाका दुई रूप हुन्। जब हामी घाममा बस्छौं, हामी केवल 'ताप स्थानान्तरण' गरिरहेका हुँदैनौं, बरु हामी **'सूर्यको चेतनालाई आफ्नो भित्रको चेतनासँग एकीकरण'** गरिरहेका हुन्छौं।

बालकको त्यही निष्कल्पना अनुभव नै असली वैदिक विज्ञान हो। जहाँ नाप्ने (मापन गर्ने) र नापिने (ताप) बीचको भेदभाव हराएर, केवल **'एउटै तातो चेतना'** बाँकी रहन्छ।

ताप सधैँ तातोबाट चिसोतिर जान्छ भन्ने नियमले हामीलाई सिकाउँछ कि **"हामीसँग ज्ञान र प्रेम (ताप) जति धेरै छ, त्यो हामीले सधैँ कमजोर र अन्धकारमा रहेका (चिसो) प्राणीहरूतर्फ बगाउनुपर्छ, किनकि यही नै प्रकृतिको र परमेश्वरको धर्म हो।"**

ताप शक्ति — वैदिक दृष्टि

Heat Energy — The Vedic View

आधुनिक विज्ञानले ताप (Heat) लाई कणको गतिज ऊर्जा (kinetic energy of particles) र सूत्र ($Q = mc\Delta T$) मार्फत व्याख्या गर्नुभन्दा हजारौँ वर्षअघि नै वैदिक ऋषिहरूले **अग्नि (Agni — fire/heat)** र **सूर्य (Sūrya — the Sun)** लाई ताप, प्रकाश र ऊर्जाको स्रोत मानी गहिरो अवलोकन (deep observation) गरेका थिए। अग्नि नै ऋग्वेदको सबैभन्दा बढी वन्दना गरिएको तत्त्व हो — ताप र रूपान्तरण (transformation) को भौतिक प्रतीक।

२ सम्बन्धित वैदिक/प्राचीन सन्दर्भ *(Vedic Reference)*

२.१ अग्नि — ताप र ऊर्जाको मूल तत्त्व *Agni — the principle of heat & energy*

ऋग्वेदको सबैभन्दा पहिलो ऋचा (the very first verse) नै **अग्नि (Agni — fire)** को वन्दनाबाट सुरु हुन्छ — यसले प्राचीन चिन्तनमा ताप/अग्निको केन्द्रीय महत्त्व (central importance) देखाउँछ:

अग्निमीळे पुरोहितं
यज्ञस्य देवमृत्विजम् ।
होतारं रत्नधातमम् ॥

— ऋग्वेद १.१.१

सरल अर्थ (Meaning): "म अग्नि (Agni) को स्तुति गर्छु — जो यज्ञ (yajña) को पुरोहित, देव, ऋत्विज् र रत्न (उत्तम धन/energy) प्रदान गर्ने होता हो।" अर्थात्, अग्निलाई ऊर्जा, तेज र समृद्धि दिने आधारभूत शक्ति (fundamental energy-giving force) मानिएको छ।

विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

- **ताप = ऊर्जाको स्रोत (Heat as a source of energy):** अग्निलाई जीवन र समृद्धिको आधार मान्नु आधुनिक विज्ञानको 'ताप एक ऊर्जा हो' (heat is a form of energy) भन्ने बुझाइसँग विषयगत रूपमा मिल्छ।
- **केन्द्रीयता (Centrality):** अग्निलाई सबै यज्ञ/प्रक्रियाको केन्द्रमा राख्नु — ऊर्जा-रूपान्तरण (energy transformation) प्रतिको प्राचीन सचेतना देखाउँछ।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ **जे साँचो र बलियो छ (Genuine):** अग्नि (ताप/ऊर्जा) लाई जीवन, तेज र समृद्धिको आधारभूत स्रोत मान्नु प्राचीन अवलोकनको उत्कृष्ट उदाहरण हो — ताप/अग्निविना जीवन र सभ्यता सम्भव छैन भन्ने बुझाइ आज पनि सत्य छ।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation):** 'अग्निमीळे' एक श्रद्धा र दार्शनिक-सांस्कृतिक स्तुति (reverential hymn) हो; यसमा ताप = कणको गतिज ऊर्जा (kinetic energy), $Q = mc\Delta T$, वा तापक्रमको मापन थिएन। अग्नि-वन्दनालाई तापगतिकी (thermodynamics) को प्रत्यक्ष प्रमाण मान्नु मिल्दैन।

मुख्य सिकाइ (Key Takeaway): अग्नि-वन्दनालाई तापको सूत्रको प्रमाण होइन, बरु 'ताप/ऊर्जा जीवनको आधार हो' भन्ने **प्राचीन अन्तर्दृष्टि र आदर** का रूपमा बुझ्नु नै सन्तुलित दृष्टि हो।

२.२ सूर्य — विकिरणद्वारा ताप-स्रोत *Sūrya — the radiant source of heat*

आधुनिक विज्ञानले पृथ्वीका प्रायः सबै ताप र ऊर्जाको मूल स्रोत सूर्य (Sun) लाई मान्छ, र सूर्यको ताप **विकिरण (radiation)** द्वारा शून्य अन्तरिक्ष पार गरी पृथ्वीसम्म आउँछ। ऋग्वेदले सूर्यलाई सम्पूर्ण जगतको आत्मा (soul of all) र तेजको स्रोत मान्छ:

सूर्य आत्मा जगतस्तस्थुषश्च ॥

— ऋग्वेद १.११५.१

सरल अर्थ (Meaning): "सूर्य नै गतिशील (चर) र स्थिर (अचर) - सम्पूर्ण जगत्को आत्मा (soul/life-force) हो।" अर्थात्, सबै जीवन र ऊर्जाको मूल सूर्य हो भन्ने अवलोकन।

विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

- **सूर्य = परम ताप-स्रोत (Ultimate heat source):** 'सूर्य सबै जीवनको आत्मा/स्रोत' भन्ने वैदिक भाव, र 'पृथ्वीको लगभग सबै ऊर्जा अन्ततः सौर्य ताप हो' भन्ने आधुनिक निष्कर्षबीच सुन्दर मेल छ।
- **टाढाबाट आउने ताप (Heat from afar):** सूर्यको ताप टाढाबाट आइपुग्छ भन्ने अवलोकन विकिरण (radiation — माध्यमविनै ताप-प्रवाह) को अवधारणासँग विषयगत रूपमा जोडिन्छ।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ **जे साँचो र बलियो छ (Genuine):** सूर्यलाई सम्पूर्ण जीवन र ऊर्जाको मूल स्रोत मान्ने अवलोकन साँचो र गहन छ — आधुनिक विज्ञानले पनि पृथ्वीको लगभग सबै ऊर्जा (जैविक, वायु, जल-चक्र) अन्ततः सौर्य ऊर्जा हो भनी पुष्टि गर्छ।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation):** 'सूर्य आत्मा जगतः' आध्यात्मिक-दार्शनिक घोषणा हो; यसमा विकिरण (radiation), नाभिकीय संलयन (nuclear fusion), वा ताप-प्रवाहको सूत्र थिएन। यसलाई तापगतिकीको प्रमाण मान्नु मिल्दैन।

✗ **जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-Only):** सूर्यभित्रको नाभिकीय संलयन ($H \rightarrow He$), विकिरणको EM-तरंग सिद्धान्त, र सौर्य-स्थिरांक (solar constant) को मापन — यी विशुद्ध आधुनिक विज्ञानका खोज हुन्।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway): सूर्य-वन्दनालाई 'सूर्य ऊर्जाको मूल स्रोत हो' भन्ने प्राचीन अन्तर्दृष्टि मान्नु — तर विकिरण/संलयनको सूत्र आधुनिक विज्ञानलाई श्रेय दिनु — नै सन्तुलित दृष्टि हो।

२.३ अग्नि र रूपान्तरण — अवस्था-परिवर्तनको साक्षी *Fire as the agent of transformation*

अग्निको सबैभन्दा उल्लेखनीय गुण भनेको **रूपान्तरण (transformation)** हो — कच्चा (raw) लाई पाकेको (cooked) मा, ठोसलाई तरल/वाष्पमा, र धातुलाई पगालेर आकारमा बदल्ने शक्ति। वैदिक चिन्तनमा अग्निलाई यज्ञ (yajña) मार्फत एक पदार्थलाई अर्को रूप (धुवाँ/वाष्प) मा बदल्ने 'वाहक' (carrier/transformer) मानिन्थ्यो — आहुति दिइएको घ्यू/द्रव्य अग्निले वाष्पमा बदलेर 'माथि' पुऱ्याउँछ भन्ने भाव।

विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

- **अवस्था परिवर्तन (Change of state):** अग्निले ठोस/तरललाई वाष्पमा बदल्ने अवलोकन — पग्लनु, उम्लनु, वाष्पीकरण (melting, boiling, evaporation) — को दैनिक अनुभवसँग मिल्छ।
- **ताप = परिवर्तनको कारक (Heat as agent of change):** 'अग्निले पदार्थको रूप बदल्छ' भन्ने बुझाइ, ताप दिँदा अवस्था परिवर्तन हुन्छ भन्ने आधुनिक सिद्धान्तसँग विषयगत रूपमा जोडिन्छ।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ **जे साँचो र बलियो छ (Genuine):** अग्निले पदार्थको रूप बदल्छ (कच्चा→पाको, ठोस→वाष्प) भन्ने अवलोकन साँचो र दैनिक-अनुभवजन्य (empirical) थियो — ताप र रूपान्तरणबीचको सम्बन्धप्रति प्राचीन सचेतना यसले देखाउँछ।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation):** यो गुणात्मक अवलोकन (qualitative observation) थियो; गुप्त ऊष्मा (latent heat, $Q = mL$), अवस्था-परिवर्तनमा तापक्रम स्थिर रहने तथ्य, वा तापगतिकीका नियम (laws of thermodynamics) सूत्रबद्ध थिएनन्।

✗ **जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-Only):** गुप्त ऊष्मा, अणु-गतिज सिद्धान्त (kinetic theory), र तापगतिकीका नियम (Laws of Thermodynamics) विशुद्ध आधुनिक विज्ञानका उपलब्धि हुन्।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway): अग्नि-रूपान्तरणलाई 'ताप ले पदार्थको अवस्था बदल्छ' भन्ने प्राचीन अवलोकन मान्नु — तर गुप्त ऊष्माको सूत्र आधुनिक विज्ञानलाई श्रेय दिनु — नै सन्तुलित दृष्टि हो।

२.४ अग्नि-प्रविधि — प्राचीन ताप-शिल्प *Ancient fire & thermal technology*

प्राचीन भारतीय सभ्यताले अग्नि (ताप) को व्यावहारिक ज्ञानलाई प्रभावशाली **ताप-प्रविधि (thermal technology)** मा ढालेको थियो। **धातुकर्म (metallurgy)** — तामा, काँसा, फलाम पगाल्ने र ढाल्ने; **मृत्तिकाशिल्प (pottery/भट्टा)** — माटो पोल्ने; र विश्वप्रसिद्ध **'जंगरहित फलाम' (rust-free iron)**

— दिल्लीको लौह-स्तम्भ (Iron Pillar of Delhi, ~4th c. CE) — यसका प्रमाण हुन्, जुन आजसम्म खिया नलागी उभिएको छ।

विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

- **उच्च-ताप नियन्त्रण (High-temperature control):** धातु पगाल्न (~१०००°C+) आवश्यक उच्च ताप उत्पन्न र नियन्त्रण गर्ने भट्टी (furnace) प्रविधि — ताप-प्रयोगको उन्नत व्यावहारिक ज्ञान हो।
- **ताप र पदार्थ-गुण (Heat & material properties):** फलाम तताएर-कुटेर बलियो/खियारहित बनाउने प्रक्रिया — ताप दिँदा पदार्थका गुण बदलिने व्यावहारिक बुझाइ देखाउँछ।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ **जे साँचो र बलियो छ (Genuine):** प्राचीन धातुकर्म (metallurgy), भट्टी-प्रविधि, र दिल्लीको जंगरहित लौह-स्तम्भ साँचो, प्रमाणित इन्जिनियरिङ उपलब्धि (genuine, proven engineering) हुन् — उच्च ताप उत्पन्न, नियन्त्रण र प्रयोगको गहिरो व्यावहारिक ज्ञान यसले देखाउँछ। यो गौरवपूर्ण विरासत हो।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation):** यो अनुभवजन्य/व्यावहारिक शिल्प (empirical craft) थियो; ताप-मापन (thermometry), विशिष्ट ऊष्मा (specific heat), वा तापगतिकीका सूत्र यसमा सूत्रबद्ध थिएनन्।

✗ **जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-Only):** तापक्रमको सटीक मापन (thermometer), विशिष्ट/गुप्त ऊष्माका सूत्र, धातुविज्ञानको आधुनिक सिद्धान्त (metallurgical science), र तापगतिकी — विशुद्ध आधुनिक विज्ञानका उपलब्धि हुन्।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway): प्राचीन अग्नि-प्रविधि (धातुकर्म, लौह-स्तम्भ) लाई साँचो, गर्वलायक इन्जिनियरिङ मान्नु — तर तापको सूत्र आधुनिक विज्ञानलाई श्रेय दिनु — नै सन्तुलित दृष्टि हो।

३ विज्ञान र वेद — विश्लेषण *(Science–Veda Analysis)*

ताप (Heat), ऊर्जा (Energy) र अवस्था परिवर्तन (Change of State) का बारेमा प्राचीन पूर्वीय विचार र आधुनिक विज्ञानबीचको सम्बन्ध बुझ्न हामीले तीनवटा कुराको सीमारेखालाई सरल रूपमा चिन्नुपर्छ।

३.१ दार्शनिक अवलोकन *Philosophical Observation*

- **अग्नि र सूर्यको पहिचान:** वेदमा 'अग्निमीळे पुरोहितं' मार्फत अग्निको वन्दना गरिएको छ र सूर्यलाई सम्पूर्ण जगतको आत्मा (सूर्य आत्मा जगतस्तस्थुषश्च) मानिएको छ। यसले प्राचीन कालमै ताप र ऊर्जालाई सम्पूर्ण जीवनको मुख्य आधार मान्ने गहिरो चेतना देखाउँछ। तर, यो प्रकृतिको आदर (Reverence) र दार्शनिक बुझाइ हो, ताप गणना गर्ने गणितीय सूत्र (Mathematical Formula) होइन।

- **विकिरणसँग मेल:** सूर्यको ताप कुनै भौतिक माध्यम बिना नै करोडौँ किलोमिटर टाढाबाट पृथ्वीसम्म आइपुग्छ भन्ने प्राचीन ऋषिहरूको अवलोकन, आधुनिक भौतिक विज्ञानको विकिरण (Radiation) को अवधारणासँग विषयगत रूपमा मिल्दछ।

३.२ प्रमाणित व्यावहारिक शिल्प - रैथाने इन्जिनियरिङ *Genuine Practical Craft*

- **अवस्था-परिवर्तनको प्रयोग:** प्राचीन कालमा अग्निको प्रयोग गरेर पदार्थको रूप बदल्ने (जस्तै: ठोस धातुलाई पगालेर तरल बनाउने वा पानीलाई उमालेर वाष्पीकरण गर्ने) अनुभवजन्य ज्ञान र सीप पुर्खाहरूसँग थियो।
- **अग्नि-प्रविधि र धातुकर्म (Metallurgy):** तामा, काँस र फलाम जस्ता धातुहरूलाई खारेर नयाँ हतियार, भाँडाकुँडा र मूर्तिहरू बनाउनु, ठूला-ठूला भट्टीहरू (Furnaces) सञ्चालन गर्नु, र प्राचीन दिल्लीको (Rust-free) खियानलाग्ने लौह-स्तम्भ (Rust-free Iron Pillar) निर्माण गर्नु उच्च-ताप नियन्त्रण (High-temperature Control) को साँचो र प्रमाणित रैथाने इन्जिनियरिङ उपलब्धि हो।

३.३ आधुनिक विज्ञानको सीमारेखा *The Modern Boundary*

सोसेको वा गुमाएको ताप ऊर्जा ($Q = mc\Delta T$), विशिष्ट गुप्त ऊष्मा ($Q = mL$), तापक्रमका स्केलहरू (°C/°F/K - Temperature Scales), क्यालोरीमितिको सिद्धान्त (Calorimetry), र ताप-स्थानान्तरणका तीनवटा परिणामात्मक विधिहरू (Conduction, Convection, Radiation) विशुद्ध रूपमा प्रयोगशालामा प्रमाणित **आधुनिक विज्ञानका खोजहरू (Modern Discoveries)** हुन्।

यस्ता मात्रात्मक र गणितीय समीकरणहरू प्राचीन वैदिक ग्रन्थहरूमा सूत्र-रूपमा उपलब्ध थिएनन्। त्यसैले, प्राचीन व्यावहारिक शिल्पको गौरव गर्दै आधुनिक भौतिक विज्ञानका यी स्थापित नियमहरूलाई स्वतन्त्र आधुनिक उपलब्धिका रूपमा स्विकार्नु नै साँचो वैज्ञानिक दृष्टिकोण (Scientific Temperament) हो।

आधुनिक भौतिकी र प्राचीन चिन्तनको प्रमाण-आधारित प्रतिमान

आधुनिक अवधारणा (Modern)	प्राचीन प्रतिमान (Ancient)	भौतिकीय/दार्शनिक अर्थ (Meaning)
ताप = ऊर्जा (Heat as energy)	अग्नि (ऋग्वेद १.१.१)	दार्शनिक अवलोकन (Philosophical observation)
सूर्य = ताप-स्रोत (विकिरण)	'सूर्य आत्मा जगतः' (ऋग्वेद १.११५)	श्रद्धा-भाव + विषयगत मेल
अवस्था परिवर्तन (Change of state)	अग्निद्वारा रूपान्तरण	अनुभवजन्य अवलोकन (Empirical)
उच्च-ताप प्रविधि (High-temp tech)	धातुकर्म, लौह-स्तम्भ, भट्टी	प्रमाणित इन्जिनियरिङ (Genuine engineering)

आधुनिक अवधारणा (Modern)	प्राचीन प्रतिमान (Ancient)	भौतिकीय/दार्शनिक अर्थ (Meaning)
Q=mcΔT, Q=mL, K/°C/°F, चालन/संवहन/विकिरण	कुनै वैदिक सूत्र छैन	विशुद्ध आधुनिक खोज (Modern-Only)

अध्यायको मूल निष्कर्ष *Core Takeaway*

वैदिक चिन्तन र प्रकृतिको आदर: 'अग्निमीळे' र 'सूर्य आत्मा जगतः' जस्ता सूक्तहरूले तापको मात्रात्मक भौतिकी (**Physics of Heat**) दिँदैनन्; तिनको वास्तविक मूल्य ताप र ऊर्जालाई जीवनको मुख्य आधार मान्ने गहिरो दार्शनिक बुझाइमा छ।

प्रमाणित प्राविधिक विरासत: प्राचीन अग्नि-प्रविधि, धातुलाई खार्ने धातुकर्म (**Metallurgy**) र दिल्लीको जंगरहित (**Rust-free**) लौह-स्तम्भ साँचो र प्रमाणित उच्च-ताप इन्जिनियरिङ (**High-temperature Engineering**) का गौरवपूर्ण उदाहरण हुन्।

सन्तुलन नै सत्य हो: हाम्रा पुर्खाहरूको अनुभवजन्य व्यावहारिक शिल्पको गर्व गर्दै, $Q = mc\Delta T$, गुप्त ऊष्मा (**Latent Heat**) र ताप-स्थानान्तरणका नियमहरूलाई स्वतन्त्र आधुनिक वैज्ञानिक उपलब्धिका रूपमा स्विकार्नु पर्छ। परम्परालाई अतिरञ्जित नगरी र आधुनिक विज्ञानको श्रेयलाई कम नगरी दुवैको सीमारेखा बुझ्नु नै सच्चा विज्ञान-वेद समन्वय हो।

४ दैनिक जीवन र कक्षा-प्रयोग *(Application & Practical Lab)*

तापका नियम पुस्तकमा मात्र सीमित छैनन् — साना प्रयोग (simple experiments) मार्फत तिनलाई प्रत्यक्ष अनुभव गर्न सकिन्छ।

कक्षा-प्रयोग: ताप-स्थानान्तरणका तीन विधि *Classroom Experiment*

चालन (Conduction): धातुको चम्चा तातो पानीमा राख्नुहोस्; केही बेरमा चम्चाको माथिल्लो टुप्पो पनि तातो हुन्छ — ताप धातुबाट (कण नसरी) माथि सर्‍यो।

संवहन (Convection): पारदर्शी भाँडामा पानी उमाल्दा तल्लो तातो पानी माथि उठ्दै र माथिल्लो चिसो तल झर्दै घुम्ने (हल्का रङको धुलो/चियापत्ती हालेर हेर्न सकिन्छ) — तरल आफैँ सरेर ताप ओसार्‍यो।

विकिरण (Radiation): घाम वा आगोनजिक हात राख्दा माध्यमविनै न्यानो महसुस हुनु — ताप विकिरणद्वारा सर्‍यो।

दैनिक जीवनमा तापको उपयोग *Real-world Connection*

- **खाना पकाउने भाँडा (Cookware):** धातुको भाँडा (चालक/conductor) ले छिटो ताप दिन्छ; बिँड काठ/प्लास्टिक (कुचालक/insulator) को हुन्छ ताकि हात नपोलियोस्।

- **पानी = शीतलक (Water as coolant):** उच्च विशिष्ट ऊष्माले गर्दा गाडीको इन्जिन र शरीर (पसिना) दुवैलाई पानीले चिसो राख्छ।
- **थर्मस/न्यानो लुगा (Thermos & warm clothes):** ताप-स्थानान्तरण रोकेर (चालन/संवहन घटाएर) चिसो/तातो कायम राख्छन्।

५ मुख्य शब्दावली *(Key Terms)*

नेपाली शब्द (Term)	English Term / अर्थ
ताप	Heat (energy, unit: J)
तापक्रम	Temperature (°C, K)
विशिष्ट ऊष्मा	Specific heat (c; $Q = mc\Delta T$)
गुप्त ऊष्मा	Latent heat ($Q = mL$)
क्यालोरीमिति	Calorimetry
चालन	Conduction
संवहन	Convection
विकिरण	Radiation

६ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन *(Exercises & Assessment)*

क) अवधारणा प्रश्न *(Conceptual)*

१. ताप (Heat) र तापक्रम (Temperature) कसरी फरक हुन्छन्? दैनिक जीवनको एक व्यावहारिक उदाहरणसहित स्पष्ट पार्नुहोस्।

> ***सङ्केत (Hint):*** ताप एक ऊर्जा (Energy) को रूप (कारण) हो भने तापक्रम त्यस ऊर्जाले गर्दा देखिने तातोपन वा चिसोपनको मात्रा (परिणाम) हो भनी भिन्नता खुलाउनुहोस्।

२. गर्मीयाममा पसिना सुक्दा हाम्रो शरीर किन चिसिन्छ? विशिष्ट गुप्त ऊष्मा (Specific Latent Heat) को अवधारणाका आधारमा व्याख्या गर्नुहोस्।

> ***सङ्केत (Hint):*** पसिना वाष्पीकरण (Evaporation) हुने क्रममा ग्यासमा बदलिन आवश्यक पर्ने वाष्पीकरणको गुप्त ऊष्मा (**Latent Heat of Vaporization**) सिधै शरीरको छालाबाट सोस्ने हुनाले शरीर चिसिने तथ्य उल्लेख गर्नुहोस्।

३. ताप-स्थानान्तरणका तीनवटा विधिहरू (चालन — Conduction, संवहन — Convection, र विकिरण — Radiation) लाई एक-एकवटा उपयुक्त उदाहरणसहित छुट्याउनुहोस्।

> ***सङ्केत (Hint):*** ठोस पदार्थमा कण नसरी ताप सर्ने, तरल/ग्यासमा कण आफैँ सरेर ताप ओसार्ने, र माध्यम बिना नै तरङ्गका रूपमा ताप फैलिने प्रकृयालाई उदाहरणसँग जोड्नुहोस्।

ख) गणितीय प्रश्न *(Numerical)*

४. ५ kg **द्रव्यमान भएको पानीलाई** २०°C **बाट** ६०°C **सम्म तताउनका लागि कति ताप ऊर्जा** (Q) **आवश्यक पर्दछ? गणना गर्नुहोस्। (पानीको विशिष्ट ऊष्मा क्षमता** $c = ४२००$ J/kg°C **मान्नुहोस्)**

> ***सङ्केत (Hint):*** $Q = m \times c \times \Delta T$ सूत्र प्रयोग गर्नुहोस्, जहाँ $\Delta T = ६० - २० = ४०$°C हुन्छ। (उत्तर: ८,४०,००० J वा ८४० kJ)

५. प्रयोगशालाको एउटा प्रयोगमा मापन गरिएको ६०°C **तापक्रमलाई फरेनहाइट (°F) र केल्भिन (K) स्केलमा बदल्नुहोस्।**

> ***सङ्केत (Hint):*** $°F = \left(\frac{९}{५} \times °C\right) + ३२$ र $K = °C + २७३.१५$ का दुईवटा सूत्रहरू प्रयोग गरी छुट्टाछुट्टै हिसाब गर्नुहोस्। (उत्तर: १४०°F र ३३३.१५ K)

ग) अनुप्रयोग *(Application)*

६. गाडीको इन्जिन चिसो पार्न वा कलकारखानामा पानीलाई नै शीतलक (Coolant) का रूपमा किन प्रयोग गरिन्छ? पानीको विशिष्ट ऊष्मा क्षमता (Specific Heat Capacity) का आधारमा व्याख्या गर्नुहोस्।

> ***सङ्केत (Hint):*** पानीको विशिष्ट ऊष्मा क्षमता अत्यधिक उच्च (४२०० J/kg°C) हुने भएकाले यसले धेरै ताप सोस्न सक्ने तर आफैँ ढिलो तातो हुने विशेष गुण खुलाउनुहोस्।

७. भान्छामा खाना पकाउने भाँडाहरू धातु (जस्तैः तामा वा आल्मुनियम) का बनाइन्छन्, तर तिनका बिँड (Handles) भने काठ वा प्लास्टिकका किन बनाइन्छन्? ताप चालकताका आधारमा कारण दिनुहोस्।

> ***सङ्केत (Hint):*** धातुहरू तापका सुचालक (**Good Conductors**) हुनाले खाना छिटो पाक्ने र काठ/प्लास्टिक कुचालक (**Bad Conductors**) हुनाले ताप नसरी हात पोल्नबाट जोगाउने कुरा स्पष्ट पार्नुहोस्।

६.१ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन — वैदिक दृष्टि *(Assessment — The Vedic View)*

क) अवधारणागत प्रश्न *(Conceptual)*

८. ऋग्वेदको पहिलो मण्डलको पहिलो ऋचा ('अग्निमीळे पुरोहितं...') मा अग्निलाई कस्तो भौतिक र ब्रह्माण्डीय शक्ति मानिएको छ? यो बुझाइ आधुनिक 'ताप एक ऊर्जा हो' भन्ने अवधारणासँग कसरी मिल्छ र कहाँ यसको दार्शनिक सीमारेखा छ? स्पष्ट पार्नुहोस्।

> ***सङ्केत (Hint):*** अग्निलाई जीवन र रूपान्तरणको मूल संवाहक मान्नु तापको प्रारम्भिक पहिचान भएको, तर यो एक दार्शनिक श्रद्धा-भाव मात्र हो, ताप गणना गर्ने प्रयोगशालाको सूत्र होइन भनी सीमारेखा प्रष्ट पार्नुहोस्।

९. प्राचीन दिल्लीको जंगरहित (Rust-free) लौह-स्तम्भ (Iron Pillar) को निर्माण प्रविधिलाई किन 'प्रमाणित उच्च-ताप इन्जिनियरिङ' (Genuine High-temperature Engineering) भनिएको हो? रैथाने धातुकर्म (Metallurgy) का आधारमा व्याख्या गर्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): फलाममलाई खारेर, उच्च तापक्रम नियन्त्रण गरी फस्फोरसको विशेष तहयुक्त जंग प्रतिरोधी संरचना बनाउनु पुर्खाहरूको साँचो र ऐतिहासिक रूपमा प्रमाणित धातु-इन्जिनियरिङ उपलब्धि भएको तथ्य खुलाउनुहोस्।

ख) विवेचनात्मक प्रश्न *(Critical Thinking)*

१०. प्रकृतिको आदर गर्ने अग्नि/सूर्य-वन्दना (दार्शनिक श्रद्धा-भाव) र आधुनिक भौतिकीको ताप समीकरण ($Q = mc\Delta T$) बीच के फरक छ? "प्राचीन कालमै आधुनिक तापगतिकी (Thermodynamics) को पूर्ण गणितीय विज्ञान उपलब्ध थियो" भनी दाबी गर्नु किन अतार्किक अतिशयोक्ति (Exaggeration) हुन्छ? समालोचनात्मक समीक्षा गर्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): वैदिक सन्दर्भहरू गुणात्मक बुझाइ र प्रेरणा हुन्, जबकि आधुनिक विज्ञानका सूत्रहरू प्रयोगशालामा नापिएका मात्रात्मक तथ्य हुन् भन्दै परम्पराको गौरव र विज्ञानको श्रेय दुवैको सीमारेखा छुट्याउनुहोस्।

११. पाठ्यपुस्तकमा प्रस्तुत गरिएको 'Evidence Check' (प्रमाण-आधारित टिप्पणी) को कसीमा राखेर तल उल्लिखित प्राचीन तथा आधुनिक धारणाहरूलाई (अ) प्रमाणित इन्जिनियरिङ, (आ) दार्शनिक अवलोकन, र (इ) विशुद्ध आधुनिक खोजमा वर्गीकरण गर्नुहोस्:

क) सोसेको वा गुमाएको ताप गणना गर्ने सूत्र $Q = mc\Delta T$ र विशिष्ट गुप्त ऊष्मा ($Q = mL$) को समीकरण।

ख) प्राचीन भट्टीहरू (Furnaces) को प्रयोग गरी तामा, काँस र जंगरहित (Rust-free) फलामका स्तम्भहरू निर्माण गर्नु।

ग) सूर्यको ताप कुनै माध्यम विना करोडौँ किलोमिटर टाढाबाट विकिरण (Radiation) का रूपमा पृथ्वीसम्म आइपुग्छ भन्ने प्राचीन अवलोकन।

घ) ताप-स्थानान्तरणका तीनवटा निश्चित परिणामात्मक विधिहरू (चालन, संवहन र विकिरण) को आधुनिक प्रयोगशालामा प्रमाणीकरण।

ग) परियोजना कार्य *(Project Work)*

दिल्लीको खियारहित लौह-स्तम्भ (Iron Pillar) वा प्राचीन धातुकर्म-भट्टी (Furnace) को एउटा सुन्दर चित्र वा रेखाचित्र स्केच गर्नुहोस्। ऐतिहासिक र वैज्ञानिक जानकारीहरू संकलन गरी त्यस प्राचीन प्रविधिमा तापलाई कसरी उत्पन्न/नियन्त्रण गरिन्थ्यो र यतिका वर्षसम्म पनि त्यसमा किन खिया लागेन (Rust-free रह्यो), संक्षिप्त प्रतिवेदन लेखी कक्षाकोठामा प्रस्तुत गर्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): फलाम पगाल्ने उच्च-ताप प्रविधि र फलाममा फस्फोरसको मिसावटले गर्दा बन्ने 'मिसवाइट' (Misawite) नामक सुरक्षात्मक तहको रसायन शास्त्रलाई बुझाउँदै चार्टपेपरमा प्रतिवेदन तयार पार्नुहोस्।

कक्षा १० • अध्याय १०

तरंग — ध्वनि र प्रकाश

Waves — Sound & Light

यस अध्यायमा *In this chapter*

- ध्वनिको उत्पादन, प्रसार, माध्यम-आवश्यकता र प्रतिध्वनि (Echo) बुझ्ने
- ध्वनिका विशेषता (Pitch, Loudness, Quality) र श्रव्य/अवश्रव्य/परश्रव्य (audible/infrasonic/ultrasonic) दायरा जान्ने
- प्रकाशको परावर्तन (Reflection), अपवर्तन (Snell's Law) र दर्पण / लेन्स सूत्र (mirror/lens formula) प्रयोग गर्ने
- मानव आँखा (Human Eye) र दृष्टिदोष (Myopia, Hypermetropia) व्याख्या गर्ने

१ आधुनिक विज्ञानको व्याख्या *(Modern Science: Sound & Light)*

१.१ ध्वनि — उत्पादन र प्रसार *Sound — production & propagation*

भौतिक विज्ञानमा तरंगको गतिको रूपमा ध्वनिको उत्पादन, त्यसको प्रसारण, परावर्तन र विभिन्न विशेषताहरूको अध्ययन गरिन्छ।

- **ध्वनि (Sound):** ध्वनि भनेको वस्तुको कम्पन (**Vibration**) द्वारा उत्पन्न हुने र हाम्रो कानमा श्रवणको चेतना जगाउने ऊर्जाको एउटा रूप हो।
- **तरंगको प्रकृति:** ध्वनि एक अनुदैर्ध्य तरंग (**Longitudinal Wave**) हो, जसमा माध्यमका कणहरू तरंग बहने दिशासँगै अगाडि-पछाडि (सम्पीडन र विरलतका रूपमा) कम्पन गर्छन्।
- **माध्यमको आवश्यकता:** ध्वनिलाई प्रसार हुन वा एक ठाउँबाट अर्को ठाउँमा जानका लागि भौतिक माध्यम (**Medium** — ठोस, तरल वा ग्यास) अनिवार्य रूपमा चाहिन्छ। हावा नभएको निर्वात (**Vacuum**) मा ध्वनि यात्रा गर्न सक्दैन।
- **ध्वनिको वेग (Speed of Sound):** ध्वनिको वेग माध्यमको घनत्व र कठोरतामा निर्भर गर्दछ। साधारणतया ठोस पदार्थमा ध्वनिको वेग सबैभन्दा बढी र ग्यासमा सबैभन्दा कम हुन्छ (**ठोस > तरल > ग्यास**)। हावामा ध्वनिको वेग लगभग *३४०* m/s हुन्छ।

प्रतिध्वनि र अनुरणन (Echo & Reverberation):

- **प्रतिध्वनि (Echo):** कुनै स्रोतबाट उत्पन्न भएको ध्वनि टाढा रहेको कुनै ठूलो सतह वा अवरोधमा ठोक्किएर परावर्तन भएर [फर्किएर] पुनः स्पष्ट र छुट्टै सुनिने प्रक्रियालाई प्रतिध्वनि भनिन्छ।

  सर्त: मानव मस्तिष्कले ध्वनिको संवेदनशीलतालाई *०.१* सेकेन्ड सम्म कायम राख्ने हुनाले प्रतिध्वनि स्पष्ट सुन्नका लागि परावर्तक सतह कम्तीमा *१७* m (वा लगभग *१६.६* m) टाढा हुनुपर्छ।

- **अनुरणन (Reverberation):** कुनै बन्द कोठा वा हलमा ध्वनि पटक-पटक परावर्तन भइरहँदा ०.१ सेकेन्ड भन्दा कम समयको अन्तरालमा मूल आवाजसँगै जोडिई आवाज गुञ्जिरहने वा थर्किरहने प्रक्रियालाई अनुरणन भनिन्छ। यसलाई रोक्न सिनेमा हल वा अडिटोरियमका भित्ताहरूमा ध्वनि सोस्ने कडा फाइबर वा कपडाहरू लगाइन्छ।

ध्वनिका विशेषता *Characteristics of Sound*

पिच वा तीखोपन (Pitch): यो ध्वनिको त्यो विशेषता हो जसले आवाज धोद्रो वा तीखो छ भन्ने छुट्याउँछ। पिच पूर्ण रूपमा ध्वनिको आवृत्ति (**Frequency**) मा निर्भर गर्दछ। उच्च आवृत्ति = तीखो वा उच्च पिच (जस्तै: महिला र बालबालिकाको स्वर)।

प्रबलता (Loudness): यो कानले सुन्ने आवाजको सानो वा ठूलो रूप हो। प्रबलता ध्वनिको आयाम (**Amplitude**) मा निर्भर गर्दछ। ठूलो आयाम = चर्को वा ठूलो आवाज। यसको एकाई डेसिबेल (**dB - Decibel**) हो।

गुणस्तर वा टिम्बर (Quality / Timbre): एउटै पिच र उस्तै प्रबलता भएका फरक-फरक वाद्ययन्त्रहरू (जस्तै: बाँसुरी, गिटार र सितार) बाट निस्केको आवाजलाई कानले सुँघेरै सहजै छुट्याउन दिने ध्वनिको विशेषतालाई गुणस्तर भनिन्छ।

श्रव्य दायरा (Audible Range): मानव कानले सुन्न सक्ने ध्वनिको आवृत्तिको दायरा २० Hz **देखि** २०,००० Hz सम्म हुन्छ।

- **अवश्रव्य ध्वनि (Infrasonic Sound):** २० Hz भन्दा कम आवृत्तिको ध्वनि (जस्तै: हात्ती, ह्वेल वा भूकम्पको कम्पन)।
- **परश्रव्य ध्वनि (Ultrasonic Sound):** २०,००० Hz भन्दा बढी आवृत्तिको ध्वनि (जस्तै: चमेरोले निकाल्ने आवाज)। यसको प्रयोग चिकित्सा विज्ञानमा सोनोग्राफी (**Sonography/Ultrasound**) र जलसेनामा जलमुनिका वस्तु पत्ता लगाउन **SONAR** प्रविधिमा हुन्छ।

१.१. १ नाद ब्रह्म - भौतिक ध्वनि र वैदिक चेतनाको संगम [Nad Brahma – The convergence of physical sound and Vedic consciousness]

नाद ब्रह्म — भौतिक ध्वनि र वैदिक चेतनाको संगम Veda in Science

१. ध्वनि - उत्पादन र प्रसार (Sound - Production & Propagation)

वैज्ञानिक अवधारणा: वस्तुको कम्पनबाट ध्वनि उत्पन्न हुन्छ, यो अनुदैर्ध्य तरंग (Longitudinal Wave) हो, यसलाई माध्यम चाहिन्छ र निर्वात (Vacuum) मा यात्रा गर्न सक्दैन।

वैदिक समकक्ष: स्पन्द (Spanda) र आकाश तत्त्व (Akasha Tattva)

- **उत्पत्ति (Production):** वैदिक दर्शनमा ध्वनिको उत्पत्तिलाई **'स्पन्द' (Spanda)** वा **'ओम्कार' (Omkara)** भनिन्छ। परम चेतना (शिव) मा उठेको सानो कम्पन नै ध्वनि हो। "ॐ" भनेको त्यही मूल कम्पन हो जसबाट आकाश, वायु, अग्नि, जल र पृथ्वीको सृष्टि हुन्छ।
- **माध्यम (Medium):** आधुनिक विज्ञानलाई ध्वनिका लागि ठोस, तरल वा ग्यास चाहिन्छ। तर वैदिक विज्ञानमा ध्वनिको मूल र सूक्ष्म माध्यम **'आकाश' (Ether/Space)** हो। "आकाशस्य गुणः शब्दः" (आकाशको गुण नै शब्द/ध्वनि हो) भन्ने वैदिक वचन अनुसार, आकाश नै त्यो माध्यम हो जसमा सबै ध्वनिहरू ओहोरदोहोर गर्छन्।
- **प्रसार र वेग (Propagation & Speed):** ठोस पदार्थमा ध्वनिको वेग (लगभग ५००० m/s) ग्यास (३४० m/s) भन्दा बढी हुन्छ। आध्यात्मिक रूपमा, जब चेतना 'ठोस एकाग्रता' (Samadhi/Solid Concentration) मा हुन्छ, तब ज्ञान वा ऊर्जाको प्रसारको वेग सबैभन्दा छिटो हुन्छ। जब मन 'ग्यास' जस्तै चञ्चल हुन्छ, चेतनाको वेग सुस्त हुन्छ।

२. प्रतिध्वनि र अनुरणन (Echo & Reverberation):

वैज्ञानिक अवधारणा: प्रतिध्वनि (Echo) ध्वनि ठोक्किएर ०.१ सेकेन्ड पछि (कम्तीमा १७ m टाढाबाट) फर्कनु हो। अनुरणन (Reverberation) ०.१ सेकेन्ड भन्दा कम समयमा ध्वनि पटक-पटक ठोक्किएर गुञ्जिरहनु हो।

वैदिक समकक्ष: कर्म (Karma) र संस्कार (Samskaras)

- **प्रतिध्वनि (Echo) = कर्मको सिद्धान्त:** जसरी पहाडमा चिच्याउँदा आफ्नै आवाज फर्किएर आउँछ, ब्रह्माण्डको 'आकाश' मा हाम्रा कर्महरू (काम, वचन, विचार) ठोक्किएर कर्मफलको रूपमा हामि कहाँ नै फर्कन्छन्। "जसले जे रोप्यो, त्यही काट्छ" भन्ने नै आध्यात्मिक प्रतिध्वनि हो।
- **अनुरणन (Reverberation) = संस्कार र वासना:** बाहिरी आवाज हराए पनि बन्द कोठाभित्र ध्वनि केही समय गुञ्जिरहन्छ। त्यसैगरी, बाहिरी विषयहरू हराए पनि हाम्रो मन (Chitta) मा ती विषयहरूको 'संस्कार' (Subtle Impressions) गुञ्जिरहन्छ। ध्यान (Meditation) को प्रक्रिया भनेको यही मानसिक 'अनुरणन' लाई रोकेर परम 'मौन' (Silence) मा पुग्नु हो।

३. ध्वनिका विशेषता (Characteristics of Sound):

क) पिच वा तीखोपन (Pitch/Frequency):

- **वैज्ञानिक:** उच्च आवृत्ति (High Frequency) = तीखो आवाज।
- **वैदिक: गुण र चक्र (Gunas & Chakras)।** कम आवृत्तिको ध्वनि 'तामस गुण' र शरीरको तल्लो चक्र (मूलाधार - स्थूलता) सँग जोडिन्छ। उच्च आवृत्तिको ध्वनि 'सात्विक गुण' र माथिल्लो चक्र (आज्ञा वा सहस्रार - सूक्ष्मता/प्रकाश) सँग जोडिन्छ। मन्त्रहरूको उच्चारणमा उच्च आवृत्तिले मस्तिष्कलाई जागृत गर्छ।

ख) प्रबलता (Loudness/Amplitude):

- **वैज्ञानिक:** ठूलो आयाम (Amplitude) = चर्को आवाज (डेसिबेल)।
- **वैदिक: तपस् र ओजस् (Tapas & Ojas)।** भौतिक आवाजको आयाम जति ठूलो हुन्छ, आवाज त्यति टाढा सुनिन्छ। आध्यात्मिक रूपमा, एउटा साधकको 'तपस्' वा 'ओजस्' (आध्यात्मिक तेज) जति बढी हुन्छ, उसको मौन उपस्थिति वा जपको 'प्रबलता' ले करोडौँ मानिसहरूको चेतनालाई प्रभावित गर्छ [जस्तै: नेपाली माटोले जन्माएको भगवान् बुद्ध (लुम्बिनी), ऋषि कपिल मुनि (कपिलवस्तु, तिलौराकोट) , आचार्य सुश्रुत (तनहुँ, देवघाट) आदि को मौन प्रवचन ज्ञान]।

ग) गुणस्तर वा टिम्बर (Quality/Timbre):

- **वैज्ञानिक:** एउटै पिच र प्रबलता भए पनि फरक बाजा फरक सुनिनु।
- **वैदिक: भाव र चित्तको शुद्धता (Bhava & Purity)।** एउटै मन्त्र (जस्तै: ॐ नमः शिवाय) एउटै स्वर र लयमा जपे पनि फरक-फरक व्यक्तिले जप्दा फरक आध्यात्मिक प्रभाव दिन्छ। किन? किनकि मन्त्रको 'टिम्बर' जप्ने व्यक्तिको **'भाव' (Devotion) र 'चित्तको शुद्धता (Concentration)'** मा निर्भर गर्छ।

घ) श्रव्य दायरा (Audible Range: २० Hz - २०,००० Hz):

- **वैज्ञानिक:** २० Hz भन्दा कम (अवश्रव्य) र २०,००० Hz भन्दा बढी (परश्रव्य)।
- **वैदिक: वाक्का चार अवस्था (Four Levels of Speech/Vak)।**
  - **वैखरी (Vaikhari):** स्थूल, कानले सुन्न सकिने ध्वनि (२० Hz - २०,००० Hz दायरा)।
  - **मध्यमा (Madhyama):** मानसिक ध्वनि, मनभित्रै गुञ्जने विचार (अवश्रव्य / Infrasonic जस्तै, २० Hz भन्दा सूक्ष्म कम्पन)।
  - **पश्यन्ती (Pashyanti):** अन्तर्दृष्टिको ध्वनि, जहाँ शब्द र अर्थ एकार्थ हुन्छन् (अति सूक्ष्म कम्पन)।
  - **परा (Para):** परम ध्वनि (ओम्कार), जुन कानले सुन्ने दायरा भन्दा पर (Ultrasonic/Transcendent) छ, तर जसले सम्पूर्ण ब्रह्माण्डलाई कम्पित गरिरहेको छ।

ङ) न्यूरोसाइन्स र मनोविज्ञानको एकीकरण
(Integration with Neuroscience & Psychology)

आधुनिक न्यूरोसाइन्सले ध्वनिको यी विशेषताहरूलाई मस्तिष्कको तरंग (Brainwaves) सँग जोड्छ:

- जब हामी बाहिरी ध्वनि (वैखरी) सुन्छौं, हाम्रो मस्तिष्कमा **Beta Waves** सक्रिय हुन्छन्।
- जब हामी ध्यानमा भित्री ध्वनि (नाद योग) सुन्छौं, मस्तिष्क **Alpha र Theta Waves** मा परिवर्तन हुन्छ, जसले गहिरो विश्राम र अन्तर्दृष्टि दिन्छ।
- उच्च आवृत्तिको मन्त्र जप वा 'ॐ' को उच्चारणले मस्तिष्कको **Default Mode Network (DMN)** लाई शान्त पारेर **Gamma Waves** (उच्च चेतना) उत्पन्न गर्छ, जसले 'म' भन्ने अहंकारको भावलाई हटाएर ब्रह्माण्डसँग एकीकरण गराउँछ।

४. वैदिक अवधारणामा यसको मापन
(Measurement in Vedic Concept)
आधुनिक विज्ञानमा ध्वनिको वेग, आवृत्ति र आयामलाई 'असिलोस्कोप' (Oscilloscope) र 'डेसिबेल मिटर' ले नाप्छ। तर वैदिक विज्ञानमा यसलाई '**प्रत्यक्ष अनुभूति**' **(Direct Realization)** बाट नापिन्छ।

क) नाद योग (Yoga of Sound) द्वारा मापन: ध्यानको क्रममा साधकले आफ्नो भित्री कानले (सूक्ष्म श्रवणेन्द्रियले) विभिन्न ध्वनिहरू सुन्छ। जस्तै भ्रमर (भमरा), शङ्ख, घण्टा, वा वीणाको नाद। कुन चक्रमा कुन नाद गुञ्जिरहेको छ भन्ने कुराले साधकको आध्यात्मिक उन्नतिको मापन गर्छ।

ख) मौनको मापन: जब साधक 'परा' अवस्थामा पुग्छ, बाहिरी सबै ध्वनिहरू हराएर एउटा गहिरो 'मौन' (Silence) बाँकी रहन्छ। यो मौन नै परम ध्वनि (ओम्कार) हो। यस अनुभवको गहिराई नै वैदिक मापन हो।

५. बालसुलभ दृष्टिकोण र प्रकृतिसँगको एकीकरण
(Childlike Perspective & Merging with Nature)
एउटा बालकले पहाडमा गएर "ओइ!" भन्दा पहाडले पनि "ओइ!" भन्यो भनेर ऊ दङ्ग पर्छ। उसले "प्रतिध्वनि", "१७ मिटरको दूरी" वा "०.१ सेकेन्ड" को भौतिक विज्ञान बुझ्दैन। उसको लागि पहाड एउटा **जिउँदो साथी** हो, जसले उससँग कुराकानी गरिरहेको छ।

बालकले खोलाको कलकल आवाज सुन्दा उसले "तरंगको कम्पन" देख्दैन, उसले **"प्रकृतिको हाँसो"** सुन्छ। रुखको पात हल्लिने 'सनसनाहट' उसको लागि **"प्रकृतिको मन्त्र"** हो।

प्रकृतिसँग एकीकरणको रहस्य: जब हामी बालक जस्तै निष्कल्पना भावले प्रकृतिको ध्वनि सुन्छौं, तब हामी ध्वनिलाई 'शोर' (Noise) वा 'भौतिक तरंग' को रूपमा मात्र हेर्दैनौं। हामी हरेक आवाजमा **'ओम्कार'** को प्रतिध्वनि सुन्छौं। चराको चिरबिर, हावाको झुल्को, वा मेघको गर्जन । यी सबै 'नाद ब्रह्म' का विभिन्न स्वरहरू हुन्। जब हाम्रो भित्री चेतना यी बाहिरी ध्वनिहरूसँग लय मिलाएर एकार हुन्छ, तब हामी प्रकृतिसँग पूर्ण रूपमा एकीकरण हुन्छौं।

निष्कर्ष: भौतिक विज्ञानले ध्वनिलाई कानसम्म पुर्‍याउँछ भने, वैदिक विज्ञानले ध्वनिलाई चेतनाको मूल स्रोतसम्म पुर्‍याउँछ। बाहिरी ध्वनिको परावर्तन (प्रतिध्वनि) ले हामीलाई कर्मको नियम सिकाउँछ भने, भित्री ध्वनिको लय (नाद) ले हामीलाई परम शान्ति र मुक्तिको बाटो देखाउँछ।

१.१. २ वैदिक कालीन ध्वनि तरंग विज्ञानको व्यवहारिक उपयोग [Practical application of Vedic-era sound wave science]

नाद ब्रह्मको नेपाली स्वरूप: मालश्री धुनको निर्माण विज्ञान Veda in Music

शास्त्रको '**मालकंस**' र लोकको '**मालश्री**' को मिलन, यो केवल संगीत होइन। यो शक्ति उपासनाको ध्वनि-यन्त्र (Sound-Mantra) हो।

१. स्वर संरचना (Swara Structure): 'पञ्चम' (Pa) को वर्जन र तान्त्रिक ज्यामिति
प्राविधिक पक्ष (Technical Aspect):

मालश्री धुनको आधार 'मालकंस' राग हो। यसमा ५ वटा स्वरहरू (Audav/Pentatonic scale) प्रयोग हुन्छ । Sa (शड्ज), Komal Ga (कोमल गन्धार), Shuddha Ma (शुद्ध मध्यम), Komal Dha (कोमल धैवत), र Komal Ni (कोमल निषाद)। यसमा ध्वनिको 'ग्राउन्डिङ' (Grounding) ५ औं स्वर 'Pa' (पञ्चम) लाई जानाजानी छोडिएको (Omit) हुन्छ।

वैदिक समकक्ष (Vedic Equivalence):

- **पञ्चम (Pa) को अर्थ:** वैदिक संगीतशास्त्रमा 'Sa' (शड्ज) ब्रह्म (सृष्टिकर्ता) हो भने 'Pa' (पञ्चम) यसको पुत्र वा 'पृथ्वी तत्त्व' (स्थिरता/Anchor) हो।
- **'Pa' किन वर्जित गरियो?** जब 'Pa' लाई हटाइन्छ, ध्वनिको 'ग्राउन्डिङ' (Grounding) वा स्थिरता हराउँछ। यसले ध्वनिलाई एक **अस्थिर, रहस्यमय, र आकाशतिर उड्ने (Ethereal)** गुण दिन्छ।
- **शक्ति उपासनासँग सम्बन्ध:** दसैंको समयमा आह्वान गरिने देवी (दुर्गा/भद्रकाली) तामसिक र राजसिक शक्तिको प्रतीक हुन्। 'Pa' को अनुपस्थितिले सिर्जना गरेको त्यो 'रहस्यमय र गम्भीर' (Mysterious & Deep) कम्पनले मानव मस्तिष्कको 'तमस्' गुणलाई भेद गरेर 'राजस' (उत्साह र शक्ति) लाई जागृत गर्छ।
- यो स्वर संरचना सिधै **मूलाधार र स्वधिष्ठान चक्र** मा रहेको कुण्डलिनी शक्तिलाई उत्तेजित गर्ने 'तान्त्रिक फ्रिक्वेन्सी' (Tantric Frequency) हो।

२. ताल र लय (Rhythm & Taal): ब्रह्माण्डीय स्पन्दन र कालचक्र:

प्राविधिक पक्ष (Technical Aspect):

मालश्री धुन दादरा (६ मात्रा) वा खेमता (७ मात्राको लोकलय) मा बजाइन्छ। पञ्चे बाजामा यसको लय (Polyrhythm) अत्यन्त जटिल र उत्साहवर्धक हुन्छ, जसले सुन्नेको मुटुको धड्कन (Heartbeat) लाई आफ्नो लयमा बाँध्छ।

वैदिक समकक्ष (Vedic Equivalence):

- **काल र स्पन्द (Time & Spanda):** वैदिक दर्शनमा ताल भनेको **'काल' (Time)** को मूर्त रूप हो। शिवको 'नटराज' रूपले सृष्टिको लय (Rhythm of Creation) नृत्यमार्फत नियन्त्रण गर्छन्।
- **६ र ७ मात्राको वैदिक अर्थ:**
  - **६ मात्रा (दादरा):** यसले ऋतुचर्या (६ ऋतुहरू) र षड्चक्र (शरीरका ६ वटा मुख्य चक्रहरू) लाई जनाउँछ।
  - **७ मात्रा (लोकलय):** यसले 'सप्त ऋषि' वा 'सप्त मातृका' (देवीका ७ रूप) लाई प्रतिनिधित्व गर्छ।
- **पञ्चे बाजाको पोलिरिदम:** पञ्चे बाजामा विभिन्न बाजाहरूले फरक-फरक लयमा तर पनि एउटै 'ग्रुभ' (Groove) मा बजाउँदा जुन 'ध्वनि-भित्ता' (Wall of Sound) बन्छ, त्यसले मानसिक वृत्तिहरूलाई रोकेर साधकलाई 'एक-agrata' (Trance/लय) मा पुर्‍याउँछ।
- यो नै **'लय योग'** को प्राचीन नेपाली रूप हो

३. बाजा संयोजन (Instrumentation): पञ्चमहाभूतको ध्वनि-मिश्रण

प्राविधिक पक्ष (Technical Aspect):

मालश्री धुनमा शंख, नगरा, ढोलक, झ्याली, नरसिंगा (कुर्कुरे), र सारंगी/बाँसुरीको प्रयोग हुन्छ। यसमा 'Aerophones' (हावा), 'Membranophones' (छाला), र 'Idiophones' (धातु) को मिश्रण हुन्छ।

वैदिक समकक्ष (Vedic Equivalence):

वैदिक विज्ञानमा यी बाजाहरू केवल ध्वनि निकाल्ने यन्त्र होइनन्, यी **पञ्चमहाभूत (५ तत्त्व)** का प्रतिनिधि हुन्:

- **शंख र नरसिंगा (आकाश र वायु तत्त्व):** यी बाजाहरूमा हावा (प्राण) भरिएर निस्कन्छ। यसको ध्वनि 'आकाश तत्त्व' को कम्पन हो जसले वातावरणलाई शुद्ध गर्छ (शंखनाद)।
- **नगरा र ढोलक (पृथ्वी तत्त्व):** यी बाजाहरूमा जनावरको छाला (पृथ्वीको भाग) प्रयोग हुन्छ। यसको गहिरो र ठोस ध्वनिले 'पृथ्वी तत्त्व' लाई जागृत गर्छ, जसले शरीरमा कम्पन (Vibration) पैदा गर्छ।
- **झ्याली (अग्नि तत्त्व):** दुईवटा धातु आपसमा ठोक्किँदा उत्पन्न हुने तीखो र चम्किलो ध्वनिले 'अग्नि तत्त्व' को प्रतिनिधित्व गर्छ, जसले अज्ञानरूपी अन्धकारलाई चिर्छ।
- **सारंगी/बाँसुरी (जल तत्त्व):** यसको बग्ने र पग्लिने ध्वनिले 'जल तत्त्व' को कोमलता र प्रवाह (Flow) लाई जनाउँछ, जसले देवीको वात्सल्य रूपलाई प्रकट गर्छ।

यी पञ्चमहाभूत (५ तत्त्व) का प्रतिनिधि पाँचै तत्त्वहरूको ध्वनि एकैसाथ गुञ्जिँदा **'पूर्ण ब्रह्माण्डीय कम्पन' (Cosmic Resonance)** उत्पन्न हुन्छ।

मार्गी र नेपालीको संगम (From Classical to Raithane Construct)

प्राविधिक पक्ष:

नेपाली सनातन परम्पराले शास्त्रीय लोकप्रिय प्राचीन राग 'मालकंस' (Margi/Classical) लाई नेपालको लोकपरम्परा र ऋतुचर्या अनुकूल उन्नत र प्रभावशाली 'मालश्री' (Desi/Folk) मा रूपान्तरण गर्न सक्यो।

वैदिक समकक्ष:

- **मार्गी (Margi) = वेद/शास्त्र:** यो शुद्ध, कठोर र नियमबद्ध हुन्छ (जस्तै: मालकंस)।
- **नेपाली (Authentic Nepali) = लोक/ रैथाने:** यो भाव, भूमि र जनताको चेतनाअनुसार ढल्किन्छ (जस्तै: मालश्री)।
- वैदिक दर्शनमा **"शिवोऽहम्" (म शिव हुँ)** भन्ने ज्ञान 'मार्गी' हो भने, **"शक्तिः सा, दासोऽहम्" (ऊ नै शक्ति हुन्, म उनको दास हुँ)** भन्ने भाव ' नेपाली सनातन' हो। मल्लकालीन ऋषिहरू र संगीतकारहरूले यो गहिरो वैदिक सत्यलाई बुझेका थिए कि परम ज्ञान (शास्त्र) लाई जब आमजनताको भाषा र भाव (लोकबाजा) मा ढालिन्छ, तब त्यो **'भक्ति रस'** मा परिणत हुन्छ।
- **मालश्री धुन यही 'ज्ञान-भक्ति' को ध्वनि-निर्माण** हो।

४. वैदिक अवधारणामा यसको मापन
(Measurement in Vedic Concept)

आधुनिक विज्ञानमा मालश्री धुनको मापन 'Hz' (आवृत्ति), 'BPM' (Beat Per Minute), र 'Decibel' मा गरिन्छ। तर सनातन परम्परामा यसको मापन **'रस' (Rasa)** र **'प्रभाव' (Effect)** बाट गरिन्छ:

- **रसको मापन (Measurement of Rasa):** यो धुन सुन्दा श्रोताको मनमा कति 'वीर रस' (Courage/उत्साह) वा 'भक्ति रस' (Devotion) जागृत भयो? दसैंको समयमा यो धुन बज्दा शरीरको रोम (Romancha) कति रोमाञ्चित भयो? यसलाई नै 'रसानुभूति' को मापक मानिन्छ।
- **प्राणको मापन (Measurement of Prana):** पञ्चे बाजाको ठाउँमा जब मालश्री बज्छ, त्यहाँको 'वायु' (हावा) कति शुद्ध र ऊर्जावान् भयो? त्यहाँका मानिसहरूको सामूहिक चेतना (Collective Consciousness) कति एकीकृत भयो? यसलाई 'प्राणिक क्षेत्र' (Pranic Field) को विस्तारबाट नापिन्छ।

५. बालसुलभ दृष्टिकोण र प्रकृतिसँगको एकीकरण
(Childlike Perspective & Merging with Nature)

दसैंको बेला टाढाबाट पञ्चे बाजासहित मालश्री धुन बज्दै गरेको सुन्दा एउटा बालक के सोच्छ त? उसले "Audav Raag", "Dadra Taal", वा "Acoustic Resonance" केही बुझ्दैन। उसले के महसुस गर्छ भने **"आमा (देवी) आउँदै हुनुहुन्छ! उहाँको रथको आवाज यही हो।"**

- जब शंख बज्छ, बालकलाई लाग्छ: "आकाशबाट देवताहरूको आह्वान भयो।"
- जब नगरा र ढोलकको ठाउँ बज्छ, उसको मुटु पनि त्यही लयमा धड्किन्छ: "प्रकृतिको मुटु र मेरो मुटु एउटै भयो।"
- जब सारंगीको मीठो धुन बग्छ, उसलाई लाग्छ: "आमाले मलाई मायाले बोलाइरहेकी छन्।"

प्रकृतिसँग एकीकरणको रहस्य:

मालश्री धुनको निर्माणले हामीलाई सिकाउँछ कि ध्वनि केवल कानको विषय होइन, यो **प्रकृतिको ऋतुचर्या (Seasonal Cycle)** सँगको सम्बन्ध हो। जब असोज/कार्तिकको चिसो हावा (वायु तत्त्व) मा मालश्रीको कम्पन मिसिन्छ, तब त्यो ध्वनि प्रकृतिको आफ्नै आवाज बन्छ। हामी त्यो धुन सुनेर प्रकृतिको लयसँग नाच्छौं, र बुझ्छौं कि **"हाम्रो बाजाको ध्वनि होइन, यो त ब्रह्माण्डले आफ्नै मुखबाट निकालेको 'ॐ' को प्रतिध्वनि हो।"**

निष्कर्ष: '**संगीतचन्द्र**' र **मल्लकालीन इतिहास**ले प्रमाणित गर्छ कि **नेपाली रैथाने 'मालश्री धुन'** कुनै संयोग होइन। यो **वैदिक ध्वनि विज्ञान (Swara, Taal, Pancha Bhoota)** लाई नेपाली भूमि, ऋतु, र शक्ति उपासनाको आवश्यकताअनुसार **'Construct' गरिएको एक दिव्य प्रविधि (Divine Technology)** हो। यसले बाहिरबाट कानलाई गुञ्जाएर भित्र चेतनालाई परमात्मासँग एकीकरण गराउँछ।

१.२ प्रकाश - परावर्तन र अपवर्तन *Light — reflection & refraction*

भौतिक विज्ञानको **प्रकाश शास्त्र (Optics)** अन्तर्गत प्रकाशको परावर्तन, माध्यम परिवर्तन हुँदा हुने अपवर्तन र यसका गणितीय नियमहरूको अध्ययन गरिन्छ। प्रकाशको किरण ऐना वा कुनै पनि परावर्तक सतहको जुन निश्चित बिन्दुमा आएर ठोक्किन्छ, त्यसै बिन्दुलाई आपतन बिन्दु (Point of Incidence) भनिन्छ। परावर्तक सतहको आपतन बिन्दु (Point of Incidence) मा सतहसँग ठ्याक्कै ९०° को कोण बन्ने गरी खिचिएको काल्पनिक सीधा रेखालाई अभिलम्ब (Normal) भनिन्छ। आपतन बिन्दु (Point of Incidence) मा अभिलम्ब (Normal) खिचिने गरिन्छ। यो रेखाले आपतित किरण (Incident ray) र परावर्तित किरण (Reflected ray) को कोण मापन गर्न सन्दर्भ बिन्दु (Reference line) को काम गर्दछ।

- **परावर्तनका नियमहरू (Laws of Reflection):** जब प्रकाश कुनै चम्किलो सतहमा ठोक्किएर फर्कन्छ, त्यसलाई परावर्तन भनिन्छ। यसका दुई नियम छन्:
  १. **आपतन कोण** [Angle of incidence (i)] र **परावर्तन कोण** (Angle of reflection (r)] सधैँ बराबर हुन्छन् [$\angle i = \angle r$]।
  २. आपतित किरण (Incident ray), परावर्तित किरण (Reflected ray) र आपतन बिन्दु (Point of Incidence) मा खिचिएको अभिलम्ब (Normal) सबै एउटै समतल सतह (Same plane) मा पर्दछन्।
- **अपवर्तन (Refraction):** प्रकाशको किरण एउटा पारदर्शी माध्यमबाट अर्को पारदर्शी माध्यममा (जस्तै: हावाबाट पानी वा काँचमा) प्रवेश गर्दा आफ्नो साँचो मार्गबाट बाङ्गिने वा झुक्ने (**Bends**) प्रक्रियालाई अपवर्तन भनिन्छ।
  - **दैनिक उदाहरण:** पानी भरिएको गिलासमा आधा डुबाएर राखिएको चम्चा वा सिसाकलम पानीको सतहमा भाँचिएको वा बाङ्गो देखिनु।

▦ मुख्य सूत्रहरू *Key Formulas*

स्नेलको नियम: अपवर्तन (Snell's Law):

$$\mathbf{n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2}$$

(जहाँ n_1 र n_2 दुई माध्यमका अपवर्तनांक — Refractive index हुन् भने θ_1 र θ_2 आपतन र अपवर्तन कोण हुन्।)

दर्पण सूत्र (Mirror Formula):

$$\frac{१}{f} = \frac{१}{v} + \frac{१}{u}$$

लेन्स सूत्र (Lens Formula):

$$\frac{१}{f} = \frac{१}{v} - \frac{१}{u}$$

(जहाँ f = फोकस दूरी (Convex/Concave focal length), u = वस्तुको दूरी (Object distance), *र* v = प्रतिबिम्बको दूरी (Image distance) *हो।)*

आवर्धन (Magnification — m): प्रतिबिम्बको उचाइ र वस्तुको उचाइको अनुपातलाई आवर्धन भनिन्छ।

$$m = -\frac{v}{u} \quad \text{(दर्पणका लागि)} \qquad \text{र} \qquad m = \frac{v}{u} \quad \text{(लेन्सका लागि)}$$

अपवर्तन (Snell's Law): $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

दर्पण सूत्र (Mirror): $1/f = 1/v + 1/u$ लेन्स सूत्र (Lens): $1/f = 1/v - 1/u$

आवर्धन (Magnification): $m = -v/u$ (दर्पण), $m = v/u$ (लेन्स)

१.३ दर्पण र लेन्स *Mirrors & Lenses*

अवतल दर्पण (Concave Mirror): यसले वस्तुको अवस्थिति अनुसार वास्तविक (**Real**) र उल्टो तथा आभासी (**Virtual**) र सुल्टो दुवै प्रकारका प्रतिबिम्ब बनाउन सक्छ।

- **उपयोग:** टर्च लाइट, गाडीको हेडलाइट (समानान्तर प्रकाश फैलाउन) र दन्त-चिकित्सकले दाँतको ठूलो प्रतिबिम्ब हेर्न प्रयोग गर्ने दन्त-दर्पण (**Dentist's mirror**)।

उत्तल दर्पण (Convex Mirror): यसले वस्तु जहाँ भए पनि सधैँ सानो, सुल्टो र आभासी प्रतिबिम्ब बनाउँछ। यसले धेरै फराकिलो क्षेत्रको दृश्य (**Wide field of view**) देखाउन सक्छ।

- **उपयोग:** गाडी चालकको छेउमा रहने साइड मिरर (Side mirror / Rear-view mirror), जसले पछाडिबाट आएका धेरै सवारी साधनहरूलाई स्पष्ट देखाउँछ।

उत्तल लेन्स (Convex Lens): यसलाई अभिसारी लेन्स (**Converging Lens**) भनिन्छ, किनकि यसले आफू भएर जाने प्रकाशका किरणहरूलाई एउटै बिन्दुमा केन्द्रित गर्दछ।

अवतल लेन्स (Concave Lens): यसलाई अपसारी लेन्स (**Diverging Lens**) भनिन्छ, किनकि यसले आफू भएर जाने प्रकाशका किरणहरूलाई चारैतिर फैलाउने काम गर्दछ।

१.४ मानव आँखा र दृष्टिदोष *Human Eye & Defects of Vision*

मानव आँखा (Human Eye) एक प्राकृतिक र जीवित उत्तल-लेन्स प्रणाली हो। यसले बाहिरका वस्तुहरूबाट आएको प्रकाशलाई आँखाको भित्री पर्दा अर्थात् रेटिना (Retina) मा केन्द्रित गरेर वस्तुको वास्तविक र उल्टो प्रतिबिम्ब बनाउँछ। जब आँखाको लेन्सको फोकस गर्ने क्षमता (Accommodation power) बिग्रन्छ, तब दृष्टिदोष उत्पन्न हुन्छ।

दृष्टिदोष र उपचार *Defects & Correction*

निकट-दृष्टि दोष (Myopia / short-sight):

- **अवस्था:** नजिकको वस्तु स्पष्ट देखिने तर टाढाको वस्तु धमिलो देखिने दोष। यस अवस्थामा टाढाको वस्तुबाट आएको प्रकाश रेटिनामा पर्नु भन्दा **अगाडि नै (In front of retina)** केन्द्रित हुन्छ। त्यसैले त्यो वस्तुलाई देख्न सकिँदैन वा धमिलो देखिने गर्दछ।
- **उपचार:** यस दोषलाई सच्याउन चस्मामा उपयुक्त पावरको **अवतल लेन्स (Concave Lens)** प्रयोग गरिन्छ।

दूर-दृष्टि दोष (Hypermetropia / long-sight):

- **अवस्था:** टाढाको वस्तु स्पष्ट देखिने तर नजिकको वस्तु धमिलो देखिने दोष। यस अवस्थामा नजिकको वस्तुबाट आएको प्रकाश रेटिनाको **पछाडि (Behind the retina)** केन्द्रित हुन्छ।सैले त्यो वस्तुलाई देख्न सकिँदैन वा धमिलो देखिने गर्दछ।
- **उपचार:** यस दोषलाई सच्याउन चस्मामा उपयुक्त पावरको **उत्तल लेन्स (Convex Lens)** प्रयोग गरिन्छ।

हल गरिएको उदाहरण — दर्पण सूत्र *Worked Example*

प्रश्न (Question): एउटा अवतल दर्पण (Concave Mirror) को फोकस दूरी (f) -१० cm छ। यदि सो दर्पणको अगाडि कुनै वस्तुलाई $u = -३०$ cm को दूरीमा राखियो भने, बन्ने प्रतिबिम्बको दूरी (v) कति होला? प्रतिबिम्बको प्रकृति पनि बताउनुहोस्।

हल (Solution):

यहाँ चिह्न परिपाटी (Sign Convention) अनुसार दिइएको डेटा,

- दर्पणको फोकस दूरी (Focal length, f) = -१० cm
- वस्तुको दूरी (Object distance, u) = -३० cm
- प्रतिबिम्बको दूरी (Image distance, v) = ?

दर्पण सूत्र (Mirror Formula) अनुसार,

$$\frac{१}{f} = \frac{१}{v} + \frac{१}{u}$$

यस समीकरणलाई प्रतिबिम्बको दूरी (v) निकाल्न परिमार्जन गर्दा,

$$\frac{१}{v} = \frac{१}{f} - \frac{१}{u}$$

अब, f र u को मान राख्दा,

$$\frac{१}{v} = \frac{१}{-१०} - \frac{१}{-३०}$$

$$\frac{१}{v} = -\frac{१}{१०} + \frac{१}{३०}$$

ल.स. (LCM) ३० लिएर हिसाब गर्दा,

$$\frac{१}{v} = \frac{-३+१}{३०}$$

$$\frac{१}{v} = \frac{-२}{३०}$$

$$\frac{१}{v} = -\frac{१}{१५}$$

दुवै तर्फ उल्ट्याउँदा (Reciprocal गर्दा),

$$\mathbf{v} = -\mathbf{१५}\ \text{cm}$$

निष्कर्ष (Conclusion):

प्रतिबिम्बको दूरी -१५ cm निस्कियो। यहाँ ऋणात्मक चिह्न (Negative sign) ले प्रतिबिम्ब वस्तु राखिएकै तर्फ अर्थात् दर्पणको अगाडि बनेको देखाउँछ। त्यसैले, उक्त प्रतिबिम्ब **वास्तविक (Real)** र **उल्टो (Inverted)** बन्दछ।

१.२.१ सनातन वैदिक विज्ञानमा प्रकाश: परावर्तन र अपवर्तन [Vedic Equivalence]:

आधुनिक भौतिक विज्ञानमा 'प्रकाश' (Light) लाई विद्युत्-चुम्बकीय तरंग (Electromagnetic wave) मानिन्छ भने, सनातन वैदिक विज्ञानमा प्रकाशलाई 'ज्योति' (Jyoti) वा 'परम चेतना' (Pure Consciousness) को रूपमा व्याख्या गरिन्छ। उपनिषदले भनेझैं: "ज्योतिषामपि तज्ज्योतिः" सबै प्रकाशहरूको प्रकाश परम ज्योति हो।

ज्योति विज्ञान — बाहिरी प्रकाश र भित्री चेतनाको दर्पण Veda in Optics

जसरी ऐनामा अनुहार देखिन्छ, त्यसरी नै मन रूपी ऐनामा आत्माको प्रतिबिम्ब देखिन्छ। प्रकाशको **बाङ्गोपन** नै साधकको एकाग्रता हो।

१. स्वप्रकाशको परावर्तन (Reflection of Light) र वैदिक 'प्रतिबिम्बवाद'

वैज्ञानिक अवधारणा:

आपतन कोण (i) र परावर्तन कोण (r) सधैँ बराबर हुन्छन् ($\angle i = \angle r$)। आपतित किरण, परावर्तित किरण र अभिलम्ब एउटै समतलमा हुन्छन्।

वैदिक समकक्ष: यथा पिण्डे तथा ब्रह्माण्डे (As within, so without)

- **अभिलम्ब (Normal) = धर्म वा सुषुम्ना नाडी:** ९० डिग्रीको अभिलम्ब भनेको सन्तुलनको अक्ष हो। वैदिक दर्शनमा यो 'धर्म' वा शरीरको मध्य भागमा रहेको 'सुषुम्ना नाडी' हो, जसले बाहिरी संसार र भित्री चेतनालाई जोड्छ।

- **परावर्तनको नियम ($i = r$) = कर्म र मानसिक अवस्था:** भौतिक विज्ञानमा किरण जसरी ठोक्किन्छ, त्यसरी नै फर्कन्छ। वैदिक मनोविज्ञानमा, हाम्रो मन (ऐना) को अवस्था जस्तो हुन्छ, बाहिरी संसार (प्रतिबिम्ब) पनि हामीलाई त्यस्तै देखिन्छ। यदि तपाईंको मन क्रोधले भरिएको छ (आपतन कोण), तपाईंले संसारलाई पनि क्रोधकै रूपमा देख्नुहुन्छ (परावर्तन कोण)। "संसार हाम्रो मनको प्रतिबिम्ब हो" भन्ने नै परावर्तनको आध्यात्मिक नियम हो।

२. प्रकाशको अपवर्तन (Refraction) र स्नेलको नियम (Snell's Law):
वैज्ञानिक अवधारणा:

प्रकाश एउटा माध्यमबाट अर्को माध्यममा जाँदा बाङ्गिन्छ। $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$।

वैदिक समकक्ष: गुण परिवर्तन र चेतनाको एकाग्रता

- **माध्यम परिवर्तन = गुणहरूको परिवर्तन:** हावा (रजस्/तमस् - चञ्चल वा सुस्त मन) बाट पानी वा काँच (सत्त्व - गहिरो र एकाग्र मन) मा प्रवेश गर्नु भनेको साधनाको गहिराईमा जानु हो।
- **प्रकाशको बाङ्गिनु (Bending) = मनको एकाग्रता (Dharana):** जब प्रकाश घनत्व भएको माध्यम (गहिरो ध्यान वा सत्त्व गुण) मा प्रवेश गर्छ, यो अभिलम्बतिर झुक्छ। आध्यात्मिक रूपमा, जब साधकको मन विषयहरूबाट फर्केर गहिरो ध्यान (Denser Medium) मा प्रवेश गर्छ, त्यसको चेतना (प्रकाश) फैलनुको साटो एउटै बिन्दु (भगवान् वा आत्मा) तिर 'बाङ्गिएर' केन्द्रित हुन्छ।
- **अपवर्तनांक (Refractive Index - n) = श्रद्धा र संस्कारको घनत्व:** जसरी काँचको अपवर्तनांक हावाभन्दा बढी हुन्छ, त्यसरी नै एउटा शुद्ध हृदयको 'आध्यात्मिक घनत्व' सांसारिक मनभन्दा बढी हुन्छ, जसले गर्दा परम ज्योति त्यहाँ बढी केन्द्रित हुन्छ।

३. दर्पण र लेन्स (Mirrors & Lenses) — चेतनाका दुई मार्ग

क) अवतल दर्पण / उत्तल लेन्स (Concave Mirror / Convex Lens - Converging):

- **वैज्ञानिक:** प्रकाशलाई एउटै बिन्दुमा केन्द्रित गर्छ।
- **वैदिक: एकाग्रता र ध्यान (Dharana & Samadhi)।** छरिएर रहेको मनका किरणहरूलाई एकै बिन्दु (Bindu/आत्मा) मा केन्द्रित गर्ने प्रक्रिया। दन्त-चिकित्सकले सानो दाँत ठूलो हेर्न जस्तै, योगीले यसको प्रयोग गरेर सूक्ष्म आत्मालाई स्पष्ट रूपमा 'दर्शन' गर्छन्।

ख) उत्तल दर्पण / अवतल लेन्स (Convex Mirror / Concave Lens - Diverging):

- **वैज्ञानिक:** प्रकाशलाई फैलाउँछ र फराकिलो दृश्य (Wide field of view) देखाउँछ।

वैदिक: समदृष्टि र करुणा (Samadrishti & Compassion)। ज्ञानी व्यक्तिले आफ्नो चेतनालाई एउटै बिन्दुमा नराखी सबैतिर फैलाउँछन्। गाडीको साइड मिररले पछाडिको सबै दृश्य देखाएजस्तै, ज्ञानीले 'सर्वं खल्विदं ब्रह्म' (सबै कुरा ब्रह्म नै हो) भन्ने फराकिलो दृष्टिले सबै प्राणीलाई समान रूपमा हेर्छन्।

४. मानव आँखा र दृष्टिदोष (Human Eye & Defects of Vision)
मानव आँखा **'अक्षि चक्षुः'** (आत्माको झ्याल) हो। रेटिनामा प्रतिबिम्ब बन्नु भनेको हृदयमा ब्रह्मको अनुभूति हुनु हो। विज्ञानले चक्षु (आँखा) को व्यवहारिक पक्ष मात्र व्याख्या गर्छ, जबकि वेदले "अक्षि–चक्षुः" सिद्धान्तमार्फत अत्यधिक भौतिकवाद र अति-आध्यात्मिक पलायनवादका परिणामबारे गहन ज्ञान दिन्छ। यस सिद्धान्तको नतिजा आँखाको रोगसँग सम्बन्धित छैन; यहाँ विज्ञानको सीमितता र वेदको व्यापकता देखाउन प्रसंगवश दुवैलाई सँगै प्रस्तुत गरिएको हो।

निकट-दृष्टि दोष (Myopia / Short-sight):

- ***वैज्ञानिक:*** नजिक देख्ने, टाढा नदेख्ने। प्रतिबिम्ब रेटिनाभन्दा अगाडि बन्छ।
- ***वैदिक:*** **अत्यधिक भौतिकवाद (Materialism)** ले व्यक्तिको ध्यान दृष्टि केवल 'नजिकको' (आफ्नो स्वार्थ, भौतिक सुख, इन्द्रिय भोग) मा मात्र केन्द्रित हुन्छ। उसले 'टाढाको' (आत्मज्ञान, परलोक, वा ब्रह्माण्डीय सत्य) देख्न सक्दैन।
- ***उपचार (अवतल लेन्स):*** **वैराग्य (Dispassion)।** जसरि अवतल लेन्स (Concave Mirror) ले प्रकाश फैलाएर प्रतिबिम्बलाई पछाडि धकेल्छ। त्यसैगरी, 'वैराग्य' को अभ्यासले अत्यधिक भौतिक मोहलाई फैलाएर (घटाएर) दृष्टिलाई आत्मातिर (रेटिनातिर) फर्काउँछ।

दूर-दृष्टि दोष (Hypermetropia / Long-sight):

- **वैज्ञानिक:** टाढा देख्ने, नजिक नदेख्ने। प्रतिबिम्ब रेटिनाको पछाडि बन्छ।
- वै**दिक:** अति-आध्यात्मिकता वा पलायनवाद (Escapism) ध्यान दृष्टिमा व्यक्तिले 'टाढाको' (मोक्ष, आकाश, सूक्ष्म जगत) त देख्छ, तर 'नजिकको' (आफ्नो परिवार, समाज, दैनिक कर्म र धर्म) लाई बेवास्ता गर्छ। उसको ध्यान दृष्टि रेटिना (वर्तमान वास्तविकता) भन्दा धेरै पछाडि हुन्छ।
- **उपचार (उत्तल लेन्स)**: कर्मयोग र प्रेम (Karma Yoga & Love)। जसरि उत्तल लेन्स (Convex Mirror) ले प्रकाशलाई केन्द्रित गरेर अगाडि ल्याउँछ। त्यसैगरी, 'कर्मयोग' र 'प्रेम' को अभ्यासले टाढा भड्केको मनलाई वर्तमान (नजिकको कर्म र मानवता) मा केन्द्रित गर्छ।

हल गरिएको उदाहरणको आध्यात्मिक व्याख्या
(Spiritual Allegory of the Worked Example)
भौतिक विज्ञानको यो गणितीय हललाई वैदिक दर्शनमा **'जीव र ब्रह्मको मिलन'** को रूपक (Metaphor) मान्न सकिन्छ:

- $f = -10$**cm (फोकस दूरी):** यो गुरुको कृपा वा हृदयको गुहा (Hridaya Guha) को गहिराई हो। ऋणात्मक चिह्न (-) ले यो यात्रा 'बाहिरी' बाट 'भित्री' (Antarmukha) तर्फ हो भन्ने जनाउँछ।
- $u = -30$**cm (वस्तुको दूरी):** यो 'जीव' (व्यक्ति) हो, जो मायाको संसारमा ३० एकाइ टाढा छरिएको छ। ऋणात्मक चिह्नले उसको अज्ञान वा भौतिक संसारप्रतिको मोहलाई जनाउँछ।

- $v = -15$**cm (प्रतिबिम्बको दूरी):** साधना पछि जीवको अवस्था। ऊ ३० बाट घटेर १५ मा आइपुग्यो (गुरुको कृपा र साधनाले आधा दूरी घटायो)।
- **निष्कर्ष (वास्तविक र उल्टो प्रतिबिम्ब):**
  - **वास्तविक (Real):** अब उसको अनुभूति काल्पनिक (भ्रम) रहँदैन, प्रत्यक्ष (Realization) हुन्छ।
  - **उल्टो (Inverted):** संसारको दृष्टिकोण 'उल्टो' हुन्छ। पहिले उसले शरीरलाई 'म' ठान्थ्यो, अब शरीरलाई 'म होइन' र आत्मालाई 'म' ठान्छ। उसको अहंकार उल्टिन्छ (Ego is inverted/destroyed)।

५. बालसुलभ दृष्टिकोण र प्रकृतिसँगको एकीकरण
(Childlike Perspective & Merging with Nature)

एउटा बालकले पानी भरिएको गिलासमा चम्चा डुबायो। उसले "अपवर्तन" वा "स्नेलको नियम" केही जान्दैन। उसले के देख्छ भने **"चम्चालाई पानीको परीले भाँचिदियो!"** वा **"पानीले चम्चालाई बटारेको छ।"** जब बालकले ऐनामा आफूलाई हेर्छ, उसलाई लाग्छ, **"ऐनाभित्र अर्को म लुकेको छ, जसले म जस्तै हात हल्लाइरहेको छ।"**

प्रकृतिसँग एकीकरणको रहस्य:
वैदिक दृष्टिकोणमा, बालकको यही विस्मय (Wonder) नै ज्ञानको सुरुवात हो। प्रकृतिले हामीलाई सिकाउँछ कि:

- पानीमा चम्चा बाङ्गिनु भनेको **"सत्य एउटै भए पनि, हेर्ने माध्यम (दृष्टिकोण) ले फरक देखाउँछ"** भन्ने हो।
- ऐनामा प्रतिबिम्ब देख्नु भनेको **"म जुनसुकै रूपमा हेरे पनि, मेरो भित्री स्वरूप (आत्मा) सधैँ मसँगै छ"** भन्ने हो।

जब हामी बालक जस्तै निष्कल्पना भएर प्रकृतिको प्रकाशलाई हेर्छौं, तब हामीले प्रकाशलाई किरण (Ray) को रूपमा होइन, **'देवी लक्ष्मीको कृपा'** वा **'परम शिवको ज्योति'** को रूपमा अनुभव गर्छौं। बाहिरी प्रकाशले हामीलाई वस्तुहरू देखाउँछ भने, भित्री ज्योतिले हामीलाई 'हामी आफैँ' लाई देखाउँछ।

निष्कर्ष:

भौतिक विज्ञानले प्रकाशको गति, कोण र सूत्रहरू नाप्छ, जसले हामीलाई भौतिक संसारमा बाँच्न र प्रविधि बनाउन सिकाउँछ। तर वैदिक विज्ञानले त्यही प्रकाशलाई **'आत्म-ज्ञान'** को माध्यम बनाउँछ। यसले हामीलाई सिकाउँछ कि **"आफ्नो मन रूपी ऐनालाई सफा राखौं (परावर्तन), आफ्नो दृष्टिकोणलाई गहिरो बनाऔं (अपवर्तन), र आफ्नो दृष्टिदोष (मोह र अहंकार) लाई ज्ञानको लेन्सले सच्याऔं, ताकि हामीले बाहिरी संसारमा पनि परम ब्रह्मलाई देख्न सकौं।"**

तरंग (ध्वनि र प्रकाश) — वैदिक दृष्टि

Waves (Sound & Light) — The Vedic View

आधुनिक विज्ञानले ध्वनि (Sound) लाई अनुदैर्ध्य तरंग (Longitudinal Wave) र प्रकाश (Light) लाई विद्युत्-चुम्बकीय तरंग (Electromagnetic Wave) का रूपमा गणितीय सूत्रमा ढाल्नुभन्दा हजारौँ वर्ष अगाडि नै वैदिक परम्परामा नाद (Sound/Vibration) र तेज वा ज्योति (Light/Energy) को रूपमा यिनको गहिरो दार्शनिक चिन्तन भइसकेको थियो। प्राचीन नेपालको वैदिक शैक्षिक परम्परामा विकसित न्याय-वैशेषिक दर्शनले ध्वनि एक ठाउँबाट अर्को ठाउँसम्म कसरी पुग्छ भन्ने प्रक्रियालाई बुझाउन दुईवटा प्रसिद्ध भौतिक उदाहरण (Analogies) अघि सारेको थियो, जुन आजको आधुनिक तरंग-सिद्धान्त (Wave Theory) सँग उल्लेखनीय रूपमा मिल्छन्:

वीचि-तरङ्ग न्याय (Ripples in Water Example): जसरी शान्त पोखरीको पानीमा एउटा ढुङ्गा फाल्दा पानीका स-साना लहर वा छालहरू (**Ripples**) बिस्तारै चारैतिर फैलिँदै टाढासम्म पुग्छन्, ठीक त्यसै गरी वायुमण्डलमा ध्वनि पनि पहिलो कम्पनबाट अर्को कम्पन हुँदै तरंगका रूपमा चारैतिर फैलिएर हाम्रो कानसम्म आइपुग्छ।

कदम्ब-कोरक न्याय (Spherical Expansion Example): जसरी कदमको फूल फुल्दा त्यसका रेशा वा केसरहरू एकैसाथ चारै दिशामा गोलो आकृति (**Spherical Form**) मा बाहिरतिर निस्कन्छन्, ठ्याक्कै त्यसै गरी ध्वनिको कम्पन पनि हावामा कुनै एक दिशामा मात्र नगई एकै चोटि तीनै आयामी गोलाकार माध्यम (**Three-Dimensional Sphere**) मा चारैतिर प्रसार हुन्छ।

सीमारेखा (The Boundary): यो प्राचीन चिन्तन ध्वनिको गतिको उत्कृष्ट गुणात्मक अवलोकन (Qualitative Observation) र व्यावहारिक विम्ब हो। तर, यो दार्शनिक चेतना र तर्क मात्र हो, आधुनिक भौतिकीमा जस्तो ध्वनिको वेग नाप्ने क्याल्कुलस वा आवृत्तिको गणितीय सूत्र ($v = f\lambda$) प्राचीन ग्रन्थहरूमा उपलब्ध छैन।

२ सम्बन्धित वैदिक/प्राचीन सन्दर्भ *(Vedic Reference)*

२.१ नाद र ॐ — कम्पन नै तरंगको मूल *Nāda & ॐ — vibration as the root of waves*

वैदिक-उपनिषदिक परम्परामा सम्पूर्ण सृष्टिको आधारमा **कम्पन/नाद (vibration)** रहेको मानिन्छ, र **ॐ (प्रणव)** लाई त्यही आदि-कम्पनको प्रतीक मानिन्छ। वैदिक तथा उपनिषदिक परम्परामा यो भौतिक ब्रह्माण्डको सृष्टि र सञ्चालनको मूल आधार कम्पन (**Vibration**) वा नादलाई मानिन्छ। जसरी आधुनिक भौतिक विज्ञानले "हरेक तरंग वा ध्वनिको उत्पत्ति वस्तुको कम्पनबाट हुन्छ" भन्दछ, ठ्याक्कै त्यसै गरी प्राचीन चिन्तनले पनि कम्पन विना कुनै पनि अस्तित्व सम्भव छैन भन्ने कुरा स्विकारेको छ। माण्डूक्य उपनिषद्को पहिलो मन्त्रमा भनिएको छ:

> ***ॐ इत्येतदक्षरमिदं सर्वम् ।***
>
> **— माण्डूक्य उपनिषद् १**

सरल अर्थ (Meaning): "ॐ नै यो सम्पूर्ण (जगत्) हो।"

यो एक गहिरो आध्यात्मिक र दार्शनिक उद्घोष हो, जसले सम्पूर्ण सृष्टिको मूलमा एउटा विराट कम्पन लुकेको छ भन्ने सङ्केत गर्छ। रोचक कुरा के छ भने, जब हामी व्यावहारिक रूपमा 'ॐ' को उच्चारण गर्छौं, त्यो वास्तवमै हाम्रो स्वरयन्त्र (Vocal cords) र हावाका कणहरूको कम्पनबाट बन्ने अनुदैर्ध्य ध्वनि तरंग (Longitudinal Sound Wave) नै हो। मुखबाट 'ॐ' उच्चारण गर्दा उत्पन्न हुने ध्वनिको आफ्नै निश्चित आवृत्ति (Frequency), तरंगदैर्ध्य (Wavelength), र आयाम (Amplitude) हुन्छ, जसलाई आधुनिक ओसिलोस्कोप (Oscilloscope) यन्त्रबाट नाप्न सकिन्छ। वेदले "कम्पन नै सर्वत्र छ" भन्ने दार्शनिक चेतना र प्रेरणा दिन्छ, तर त्यस तरंगको गणितीय वेग ($v = f\lambda$) र आवृत्तिको निश्चित मात्रा नाप्ने काम आधुनिक प्रयोगशालाको प्रयोगात्मक उपलब्धि हो। परम्पराको यो दार्शनिक व्यापकता र आधुनिक विज्ञानको गणितीय सङ्कुचन मिलेपछि मात्र 'पूर्ण विद्या' बन्दछ।

विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

- **सबै कुरा कम्पनशील (Everything vibrates):** 'सृष्टिको मूलमा नाद/कम्पन छ' भन्ने भाव, ध्वनि कम्पनबाट बन्छ भन्ने आधुनिक तथ्यसँग विषयगत रूपमा प्रतिध्वनित हुन्छ।
- **ॐ = वास्तविक ध्वनि तरंग:** 'ॐ' को उच्चारण आफैँमा मापनयोग्य अनुदैर्ध्य ध्वनि तरंग हो — दार्शनिक 'नाद' र भौतिक 'तरंग' एकै अनुभवमा भेटिन्छन्।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ जे साँचो र बलियो छ (Genuine): 'सृष्टिको आधारमा कम्पन/नाद छ' भन्ने अन्तर्दृष्टि गहन छ; र 'ॐ' को उच्चारण साँच्चै एक अनुदैर्ध्य ध्वनि तरंग हो। यो दार्शनिक भाव र भौतिक तथ्यको सुन्दर भेट हो।

△ जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation): 'ॐ = सम्पूर्ण जगत्' भन्नु आध्यात्मिक-दार्शनिक घोषणा हो। यसमा तरंगको आवृत्ति-तरंगदैर्ध्य सम्बन्ध ($v = f\lambda$) वा ध्वनिको भौतिकी सूत्रबद्ध थिएन।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway): नाद/ॐ लाई 'सबै कुरा कम्पनशील छ' भन्ने प्राचीन अन्तर्दृष्टि मान्नु तर तरंगको सूत्र विकास गर्नुमा आधुनिक विज्ञानलाई श्रेय दिनु नै सन्तुलित दृष्टि हो।

२.२ शब्द — आकाशको गुण (माध्यमको आवश्यकता) *Sound as the quality of Ākāśa*

आधुनिक भौतिक विज्ञान र प्राचीन पूर्वीय दर्शन दुवैले ध्वनि (Sound) एक ठाउँबाट अर्को ठाउँमा जानका लागि निश्चित "माध्यम" वा पूर्वाधार चाहिन्छ भन्ने कुरालाई जोड दिएका छन्। आधुनिक भौतिक विज्ञानको सबैभन्दा आधारभूत नियम अनुसार ध्वनिलाई प्रसारण हुनका लागि ठोस, तरल वा ग्यास जस्तो भौतिक माध्यम (Medium) अनिवार्य चाहिन्छ। हावा नभएको शून्य वा निर्वात (Vacuum) मा ध्वनि फैलन सक्दैन। हजारौँ वर्ष अगाडिको प्राचीन वैशेषिक र सांख्य दर्शनले पनि ध्वनिको अस्तित्वका लागि एउटा विशिष्ट माध्यमको परिकल्पना गरेको थियो। तिनका अनुसार हाम्रो प्रकृतिमा रहेका पञ्चमहाभूत (Five Great Elements) मध्ये 'आकाश' (Ākāśa / Space-ether) को मुख्य र विशिष्ट गुण नै 'शब्द' (Śabda - Sound) हो। अर्थात्, ध्वनि उत्पन्न हुन र फैलिनका लागि 'आकाश' (खाली ठाउँ वा स्पेस) अनिवार्य माध्यम हो। तैत्तिरीय उपनिषद्ले सृष्टिको विकासक्रम बुझाउँदै भनिएको छ कि सर्वप्रथम ब्रह्म वा चेतनाबाट 'आकाश' (Space) उत्पन्न भयो र त्यस आकाशबाट मात्र अन्य भौतिक तत्त्वहरू बने।

तस्माद्वा एतस्मादात्मन आकाशः संभूतः । आकाशाद्वायुः । वायोरग्निः । अग्नेरापः । अद्भ्यः पृथिवी ॥

— तैत्तिरीय उपनिषद् २.१ (ब्रह्मानन्दवल्ली)

सरल अर्थ (Meaning): त्यस परमात्माबाट (सर्वप्रथम) आकाश उत्पन्न भयो, आकाशबाट वायु (हावा), र वायुबाट अग्नि (ताप/प्रकाश) उत्पन्न भयो।

जहाँ शब्दलाई आकाशको गुण मान्ने अवधारणाले प्राचीन दर्शनले ध्वनिलाई हावा वा अन्तरिक्ष (Space) को गुण मानेर "ध्वनि प्रसारका लागि ठाउँ वा माध्यम चाहिन्छ" भन्ने जुन आधारभूत खाका कोर्यो, त्यो आधुनिक विज्ञानको 'माध्यमको आवश्यकता' सँग वैचारिक रूपमा मिल्दछ। आधुनिक विज्ञानले प्रयोगशालामा प्रमाणित गरिसकेको छ कि ध्वनिका तरंगहरू हावाका भौतिक कणहरूको आपसी ठक्कर (Mechanical Vibration) बाट मात्र अगाडि बढ्छन्, जसका कारण पूर्ण रूपमा हावा निकालिएको निर्वात (Vacuum) मा ध्वनि ठप्प हुन्छ। प्राचीन 'आकाश' तत्त्व एक दार्शनिक र व्यापक परिभाषा हो, जबकि आधुनिक विज्ञानले माध्यमलाई ठोस, तरल र ग्यासका अणुहरूको भौतिक संरचना (Atomic Structure) को रूपमा स्पष्ट र मात्रात्मक रूपमा व्याख्या गर्दछ।

💡 विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

- **माध्यमको आवश्यकता (Need for a medium):** शब्दलाई आकाश-तत्त्वको गुण मान्नु — ध्वनि माध्यममा मात्र फैलिन्छ भन्ने आधुनिक तथ्यको दार्शनिक पूर्वरूप हो।
- **गुण-वर्गीकरण (Classifying properties):** प्रत्येक तत्त्वको विशिष्ट गुण (आकाश→शब्द, वायु→स्पर्श) छुट्याउनु प्रकृतिलाई व्यवस्थित रूपमा बुझ्ने प्रयास हो।

🔍 प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ जे साँचो र बलियो छ (Genuine): शब्दलाई आकाश (space/ether) को गुण मान्नु र ध्वनिलाई माध्यमसँग जोड्नु - आधुनिक 'mechanical wave needs a medium' सँग मिल्ने उल्लेखनीय दार्शनिक अन्तर्दृष्टि हो।

△ जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation): यो दार्शनिक वर्गीकरण थियो; 'आकाश' = निर्वात होइन, र ध्वनि निर्वातमा फैलिँदैन भन्ने कुरा प्रयोगले (जार-प्रयोग) आधुनिक विज्ञानले नै प्रमाणित गर्‍यो।

✗ जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-Only): ध्वनिको वेग-मापन, आवृत्ति (Hz), र माध्यमको भूमिकाको मात्रात्मक भौतिकी विशुद्ध आधुनिक विज्ञानका उपलब्धि हुन्।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway): शब्द=आकाशको गुण लाई 'ध्वनिलाई माध्यम चाहिन्छ' भन्ने प्राचीन अन्तर्दृष्टि मान्नु — तर मापन आधुनिक विज्ञानलाई श्रेय दिनु — नै सन्तुलित दृष्टि हो।

२.३ ध्वनि-प्रसारण — प्राचीन 'तरंग' प्रतिमान *The ancient wave-model of sound*

प्राचीन **न्याय-वैशेषिक दर्शन** ले ध्वनि स्रोतबाट कानसम्म कसरी पुग्छ भन्ने प्रश्नलाई दुई प्रसिद्ध प्रतिमान (न्याय / maxim) मार्फत व्याख्या गरेको थियो जुन आधुनिक तरंग-अवधारणासँग उल्लेखनीय रूपमा मिल्छ:

दुई प्राचीन प्रतिमान *Two ancient models*

- **वीचि-तरंग न्याय (Water-ripple maxim):** पोखरीमा ढुङ्गा खसाल्दा बन्ने लहर (ripple) झैँ, एउटा ध्वनि-तरंगले अर्को उत्पन्न गर्दै शृंखलाबद्ध रूपमा कानसम्म पुग्छ। **यो आधुनिक 'तरंग' (wave) अवधारणासँग सबैभन्दा नजिकको प्राचीन प्रतिमान हो।**
- **कदम्ब-मुकुल न्याय (Kadamba-bud maxim):** कदम्ब फूलको कोपिलाबाट सबै दिशामा एकैसाथ तन्तु फुटेझैँ, ध्वनि स्रोतबाट सबै दिशामा गोलाकार (spherical) रूपमा फैलिन्छ।

यी प्रतिमानले देखाउँछन् प्राचीन विचारकहरूले ध्वनिलाई **क्रमशः प्रसारित हुने विक्षोभ (disturbance)** का रूपमा बुझेका थिए, ठ्याक्कै आधुनिक तरंग-परिभाषाझैँ।

रोचक कुरा: विज्ञानले तरंग बुझाउन प्रयोग गर्ने 'पोखरीको ढुङ्गा र लहर' को उदाहरण नै वीचि-तरंग न्यायको केन्द्रविम्ब हो।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ **जे साँचो र बलियो छ (Genuine):** वीचि-तरंग न्याय (ध्वनिको लहर-प्रतिमान) र कदम्ब-मुकुल न्याय (गोलाकार प्रसार) — ध्वनिलाई 'तरंग' का रूपमा बुझ्ने आधुनिक अवधारणासँग मिल्ने उल्लेखनीय प्राचीन बौद्धिक उपलब्धि हुन्।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation):** यी दार्शनिक प्रतिमान (models) थिए; ध्वनि-तरंगको आवृत्ति, वेग ($v = f\lambda$) वा गणितीय तरंग-समीकरण यसमा सूत्रबद्ध थिएन।

✗ **जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-Only):** तरंग-समीकरण ($v = f\lambda$), आवृत्ति-मापन (Hz), र ध्वनिको मात्रात्मक भौतिकी विशुद्ध आधुनिक विज्ञानका उपलब्धि हुन्।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway): वीचि-तरंग प्रतिमानलाई 'ध्वनि तरंग हो' भन्ने साँचो प्राचीन अन्तर्दृष्टि मान्नु — तर तरंगको गणित आधुनिक विज्ञानलाई श्रेय दिनु — नै सन्तुलित दृष्टि हो।

२.४ प्रकाश — सूर्य र तेजको अवलोकन *Light — the observation of the Sun & radiance*

प्रकाश (light) पनि एक तरंग हो। वैदिक परम्परामा सूर्यलाई **अत्यन्त तीव्र गतिमा प्रकाश छर्ने** शक्तिका रूपमा वन्दना गरिएको छ, र 'तमसो मा ज्योतिर्गमय' (अन्धकारबाट प्रकाशतर्फ) को भावले प्रकाशलाई ज्ञान र जीवनको प्रतीक मान्छ। ऋग्वेद भन्छ:

> *तरणिर्विश्वदर्शतो ज्योतिष्कृदसि सूर्य ।*
>
> — ऋग्वेद १.५०.४

सरल अर्थ (Meaning): "हे सूर्य! तपाईं तीव्र गतिमा चल्नुहुन्छ, सबैले देख्ने प्रकाश (light) दिनुहुन्छ र सम्पूर्ण जगत् उज्यालो पार्नुहुन्छ।" _सूर्यको 'तीव्र गति' र 'प्रकाश छर्ने' गुणप्रतिको यो अवलोकन उल्लेखनीय छ — यद्यपि प्रकाशको वेग वा EM-तरंग प्रकृति यसमा मापित थिएन।

विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

- **प्रकाशको स्रोत (Source of light):** सूर्यलाई प्रकाशको मूल स्रोत मान्नु आधुनिक विज्ञानसँग मिल्छ।
- **प्रकाशको तीव्र गति (Great speed):** 'सूर्यको 'तीव्र गति' को अवलोकनले प्रकाशको वेग (Speed of light) प्रतिको प्राचीन जिज्ञासा झल्काउँछ, तर यो केवल सामान्य मापन थिएन। विज्ञानले आज सम्म पनि समेत एकतर्फी हिँड्ने प्रकाशको गति मापन गर्न सकेको छैन। त्यसैले वेदमा उल्लेख भएको मापनको नजिकको गतिलाई नै आइन्स्टाइनको मान्यताको रूपमा उपयोग गर्दै आइरहेको छ। आधुनिक विज्ञानले एकतर्फी गति नाप्न नसकेको 'शून्य' अवस्था (Vacuum of Direct Measurement) मा वैज्ञानिकहरुले वेदमा उल्लिखित प्रकाशको सीधा गतिको नजिकको मापननै चुनेको देखिन्छ। जसलाई प्राविधिक कडी सुल्झाउन सन् १९०५ मा लिइएको वैज्ञानिक अल्बर्ट आइन्स्टाइनको मान्यता (Einstein's Convention) को नाम दिएर वेदमा उल्लेखित नजिकको संख्या हो। यसलाई एक निश्चित नम्बर (स्थिरांक) दिएर [आधुनिक भौतिक विज्ञानमा प्रकाशको गति ($c \approx$ ३,००,००० km/s)] विज्ञानको काम सुचारु गर्ने बाटो खोलिदिनु वेद र विज्ञानको समकक्षी एक रोचक दार्शनिक प्रेरणा (Philosophical Extension) हो।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ **जे साँचो र बलियो छ (Genuine):** सूर्यलाई प्रकाशको मूल स्रोत र 'तीव्र गति' को शक्तिका रूपमा हेर्ने प्राचीन अवलोकन सूक्ष्म र सत्य छ। विशेष गरी प्राचीन रैथाने वैदिक गणना (जस्तै सायणाचार्यको भाष्यमा उल्लेखित दूरी र समयको अनुपात) ले प्रकाशको गतिलाई आधुनिक मापनले प्रमाणित खोज दिन नसकेले अल्बर्ट आइन्स्टाइनको मान्यता मान्यताको रुपमा नजिकको (३× १०^{८} m/s) राखिनु हाम्रा पुर्खाहरूको उच्च गणितीय क्षमता र प्रकाशप्रतिको गहिरो जिज्ञासाको बलियो प्रमाण हो।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation):** आधुनिक विज्ञानले आजसम्म पनि एकतर्फी हिँड्ने प्रकाशको गति प्रत्यक्ष मापन गर्न सकेको छैन। यसरी एकतर्फी गति नाप्न नसकिएको 'शून्य' अवस्था (**Vacuum of Direct Measurement**) मा अल्बर्ट आइन्स्टाइनले सन् १९०५ मा प्राविधिक कडी सुल्झाउन दुवैतर्फ प्रकाशको गति समान हुन्छ भनी जुन मान्यता (**Einstein's Convention**) अघि सारे, आधुनिक भौतिकीले उपयोग गर्ने त्यो संख्या वेदमा उल्लेखित नजिकको संख्या नै चुनेको देखिन्छ। यसरी एउटा निश्चित नम्बर (स्थिरांक) दिएर विज्ञानको काम सुचारु गर्ने बाटो खोलिदिनु वेद र आधुनिक विज्ञानको समकक्षी एक रोचक दार्शनिक प्रेरणा (**Philosophical Extension**) हो।

✗ **जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-Only):** स्नेलको नियम (**Snell's Law**), दर्पण र लेन्सका गणितीय सूत्रहरू, तथा प्रकाशलाई विद्युत्-चुम्बकीय तरङ्ग (**EM Wave**) का रूपमा व्याख्या गर्ने निश्चित प्रयोगशाला प्रविधि र उपकरणहरू विशुद्ध आधुनिक विज्ञानका प्रयोगात्मक उपलब्धि हुन्।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway): आधुनिक विज्ञानले एकतर्फी प्रकाशको गति मापन गर्न नसकेको प्राविधिक सीमारेखामा आइन्स्टाइनको मान्यता र वैदिक संख्याको अभूतपूर्व निकटतालाई पुर्खाहरूको उच्चतम वैज्ञानिक चेतनाको रूपमा आत्मसात् गर्नु, र यसै स्थापित आधारमा टेकेर प्रकाशको परिमाणात्मक भौतिकीका बाँकी नियमहरूलाई आधुनिक विज्ञानको प्रयोगात्मक श्रेय दिनु नै पूर्वाग्रहविहीन, सन्तुलित र सच्चा विज्ञान-वेद समन्वय हो। सूर्य/ज्योति-वन्दनालाई प्रकाशप्रतिको प्राचीन आदर र जिज्ञासा मान्नु तर प्रकाशको भौतिकी आधुनिक विज्ञानलाई श्रेय दिनुनै सन्तुलित दृष्टि हो।

३ विज्ञान र वेद — विश्लेषण *(Science–Veda Analysis)*

ध्वनि र प्रकाश दुई तरंगलाई लिएर प्राचीन पूर्वीय चिन्तन र आधुनिक भौतिकी (Physics) बीचको सम्बन्ध केलाउँदा, दार्शनिक अवलोकन (philosophical observation), उल्लेखनीय प्रतिमान (remarkable models) र आधुनिक सूत्र (modern formulas) बीचको स्पष्ट सीमारेखा बुझ्नु अनिवार्य छ।

३.१ उल्लेखनीय प्रतिमान-समानता *Remarkable Model-Parallels*

- **वीचि-तरंग न्याय:** ध्वनिलाई लहर (ripple/wave) का रूपमा बुझ्ने प्राचीन प्रतिमान आधुनिक तरंग-अवधारणासँग उल्लेखनीय रूपमा मिल्छ।
- **शब्द = आकाशको गुण:** 'ध्वनिलाई माध्यम चाहिन्छ' सँग मिल्ने दार्शनिक अन्तर्दृष्टि।

३.२ दार्शनिक अवलोकन *Philosophical Observation*

- **नाद र ॐ:** 'सबै कुरा कम्पनशील छ' भन्ने भाव; ॐ आफैँ एक ध्वनि तरंग हो।
- **सूर्य र ज्योति:** प्रकाशलाई जीवन/ज्ञानको स्रोत मान्ने अवलोकन र जिज्ञासा।

३.३ आधुनिक विज्ञानको सीमारेखा *The Modern Boundary*

तरंग-समीकरण ($v = f\lambda$), Snell's law ($n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$), दर्पण/लेन्स सूत्र, आवृत्ति-मापन (Hz), श्रव्य/परश्रव्य दायरा, र दृष्टिदोषको लेन्स-उपचार, यी सबै **मात्रात्मक, प्रयोगसिद्ध आधुनिक विज्ञान** हुन्, जसको सूत्र-रूप वैदिक ग्रन्थमा थिएन।

📊 आधुनिक भौतिकी र प्राचीन चिन्तनको प्रमाण-आधारित प्रतिमान

आधुनिक अवधारणा (Modern)	प्राचीन प्रतिमान (Ancient)	भौतिकीय/दार्शनिक अर्थ (Meaning)
तरंग = विक्षोभको प्रसार	वीचि-तरंग न्याय (लहर)	उल्लेखनीय प्रतिमान (Remarkable model)
ध्वनिलाई माध्यम चाहिन्छ	शब्द = आकाशको गुण	दार्शनिक समानता (Philosophical parallel)
कम्पन नै ध्वनिको मूल	नाद / ॐ (माण्डूक्य)	दार्शनिक अवलोकन (ॐ = वास्तविक तरंग)

आधुनिक अवधारणा (Modern)	प्राचीन प्रतिमान (Ancient)	भौतिकीय/दार्शनिक अर्थ (Meaning)
प्रकाशको स्रोत/गति	सूर्य — तीव्र ज्योति (ऋग्वेद १.५०)	अवलोकन र जिज्ञासा (Observation)
v=fλ, Snell's law, दर्पण/लेन्स सूत्र, Hz	— (कुनै वैदिक सूत्र छैन)	विशुद्ध आधुनिक खोज (Modern-Only)

अध्यायको मूल निष्कर्ष *Core Takeaway*

नाद/ॐ र सूर्य-ज्योति-वन्दना ले तरंगको भौतिकी (physics of waves) दिँदैनन्; तिनको मूल्य ध्वनि र प्रकाशप्रतिको गहिरो अवलोकन र आदरमा छ। तर **वीचि-तरंग न्याय** (ध्वनिको लहर-प्रतिमान) र **शब्द = आकाशको गुण** भने साँचो, उल्लेखनीय प्राचीन अन्तर्दृष्टि हुन्, जुन आधुनिक तरंग-अवधारणासँग गर्वका साथ मिल्छन्।

सन्तुलन नै सत्य हो: प्राचीन अवलोकन र प्रतिमानको गौरवलाई आत्मसात् गर्दै, v = fλ, Snell's law, दर्पण/लेन्स सूत्र जस्ता आधुनिक नियमलाई स्वतन्त्र आधुनिक उपलब्धिका रूपमा स्विकार्नु अर्थात् परम्परालाई अतिरञ्जित नगरी र विज्ञानको श्रेय नघटाई दुवैको सीमारेखा बुझ्नु नै **सच्चा विज्ञान-वेद समन्वय** हो।

४ दैनिक जीवन र कक्षा-प्रयोग *(Application & Practical Lab)*

ध्वनि र प्रकाशका नियम साना प्रयोग (simple experiments) मार्फत प्रत्यक्ष अनुभव गर्न सकिन्छ।

कक्षा-प्रयोग: तरंगका तीन अनुभव *Classroom Experiment*

अपवर्तन (Refraction): गिलासको पानीमा चम्चा राख्दा त्यो पानीको सतहमा 'भाँचिएझैँ' देखिन्छ — प्रकाश माध्यम बदल्दा झुक्नुको (Snell's law) प्रत्यक्ष प्रमाण।

परावर्तन (Reflection): चम्चाको भित्री (अवतल) सतहमा हेर्दा उल्टो, बाहिरी (उत्तल) सतहमा हेर्दा सानो-सिधा प्रतिबिम्ब — अवतल/उत्तल दर्पणको अन्तर।

माध्यम-आवश्यकता (Need of medium): बजिरहेको घण्टीलाई एयर-टाइट जार (air-tight jar) भित्र राखी पम्पले हावा तान्दै जाँदा आवाज घट्दै जान्छ — निर्वातमा ध्वनि फैलिँदैन भन्ने प्रमाण।

दैनिक जीवनमा ध्वनि र प्रकाशको उपयोग *Real-world Connection*

- **पराश्रव्य (Ultrasound):** सोनोग्राफी (गर्भ-जाँच), SONAR (समुद्री गहिराइ), र सफाइ-प्रविधिमा प्रयोग हुन्छ।

- **दर्पण र लेन्स:** गाडीको साइड मिरर (उत्तल — फराकिलो दृश्य), हेडलाइट/टर्च (अवतल), चस्मा/क्यामेरा/माइक्रोस्कोप (लेन्स)।
- **दृष्टिदोष उपचार (Vision correction):** myopia मा अवतल र hypermetropia मा उत्तल लेन्सको चस्मा — दैनिक जीवनमा लेन्स-भौतिकीको प्रत्यक्ष प्रयोग।

५ मुख्य शब्दावली *(Key Terms)*

नेपाली शब्द (Term)	English Term / अर्थ
ध्वनि	Sound (longitudinal wave)
प्रतिध्वनि / अनुरणन	Echo / Reverberation
पिच / प्रबलता	Pitch / Loudness
परश्रव्य	Ultrasonic (>20 kHz)
अपवर्तन	Refraction (Snell's law)
अवतल / उत्तल	Concave / Convex
निकट / दूर-दृष्टि दोष	Myopia / Hypermetropia

६ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन *(Exercises & Assessment)*

क) अवधारणा प्रश्न *(Conceptual)*

१. ध्वनि निर्वात (Vacuum) मा किन यात्रा वा प्रसार हुन सक्दैन? ध्वनिको माध्यम-आवश्यकता (Medium Requirement) का आधारमा व्याख्या गर्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): ध्वनि एक यान्त्रिक अनुदैर्ध्य तरंग (**Mechanical Longitudinal Wave**) भएकाले यसलाई फैलिनका लागि कणहरू भएको भौतिक माध्यम (ठोस, तरल वा ग्यास) अनिवार्य चाहिन्छ, तर निर्वातमा कुनै कण नहुने तथ्य प्रष्ट पार्नुहोस्।

२. ध्वनिको पिच (Pitch) र प्रबलता (Loudness) तरङ्गका कुन-कुन विशेषता वा पक्षहरूमा निर्भर हुन्छन्? छुट्याएर लेख्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): पिच ध्वनिको आवृत्ति (**Frequency**) मा र प्रबलता ध्वनिको आयाम (**Amplitude**) मा निर्भर हुने सम्बन्ध खुलाउनुहोस्।

३. निकट-दृष्टि दोष (Myopia) र दूर-दृष्टि दोष (Hypermetropia) सच्याउन कुन-कुन लेन्स प्रयोग गरिन्छ र किन? प्रतिबिम्ब रेटिनामा केन्द्रित हुने आधारमा बुझाउनुहोस्।

सङ्केत (Hint): माओपियाका लागि प्रकाश फैलाएर रेटिनामा पुऱ्याउन अवतल लेन्स (**Concave Lens**) र हाइपरमेट्रोपियाका लागि प्रकाश बटुलेर रेटिनामा ल्याउन उत्तल लेन्स (**Convex Lens**) प्रयोग गरिन्छ भनी व्याख्या गर्नुहोस्।

ख) गणितीय प्रश्न *(Numerical)*

४. एउटा अवतल दर्पण (Concave Mirror) को फोकस दूरी (f) -१० cm छ। यदि सो दर्पणको अगाडि कुनै वस्तुलाई $u = -३०$ cm को दूरीमा राखियो भने, दर्पण सूत्र (Mirror Formula) प्रयोग गरी प्रतिबिम्बको दूरी (v) निकाल्नुहोस्।

> ***सङ्केत (Hint):*** $\frac{१}{f} = \frac{१}{v} + \frac{१}{u}$ सूत्र प्रयोग गर्नुहोस्। (उत्तर: -१५ cm, दर्पणको अगाडि वास्तविक र उल्टो प्रतिबिम्ब बन्छ)

५. हावामा ध्वनिको वेग ३४० m/s छ। मानव मस्तिष्कमा ध्वनिको असर ०.१ सेकेन्ड सम्म रहने हुनाले, कुनै परावर्तक सतहबाट स्पष्ट प्रतिध्वनि (Echo) सुन्नका लागि आवश्यक पर्ने न्यूनतम दूरी पत्ता लगाउनुहोस्।

> ***सङ्केत (Hint):*** दूरी $(d) = \frac{v \times t}{२}$ सूत्र प्रयोग गरी $\frac{३४० \times ०.१}{२}$ बाट हिसाब गर्नुहोस्। (उत्तर: १७ m)

ग) अनुप्रयोग *(Application)*

६. गाडी चालकको छेउमा रहने साइड मिरर (Side/Rear-view Mirror) मा सधैँ उत्तल दर्पण (Convex Mirror) नै किन प्रयोग गरिन्छ? दुईवटा मुख्य कारण लेख्नुहोस्।

> ***सङ्केत (Hint):*** उत्तल दर्पणले वस्तु जहाँ भए पनि सधैँ सुल्टो र सानो प्रतिबिम्ब बनाउने तथा यसको दृष्टि क्षेत्र फराकिलो (**Wide Field of View**) हुने हुनाले पछाडिको धेरै भाग स्पष्ट देखिने तथ्य खुलाउनुहोस्।

७. पानीले भरिएको काँचको गिलासमा आधा डुबाएर राखिएको चम्चा पानीको सतहमा भाँचिएझैँ वा बाङ्गो देखिन्छ किन? प्रकाशको कुन परिपरिघटनाले यसलाई व्याख्या गर्छ?

> ***सङ्केत (Hint):*** प्रकाशको किरण पानी (सघन माध्यम) बाट हावा (विरल माध्यम) मा प्रवेश गर्दा अभिलम्बबाट टाढा झुक्ने हुनाले यस्तो देखिने र यसलाई प्रकाशको अपवर्तन (**Refraction of Light**) भनिन्छ भनी बुझाउनुहोस्।

६.१ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन — वैदिक दृष्टि *(Assessment — The Vedic View)*

क) अवधारणागत प्रश्न *(Conceptual)*

८. प्राचीन न्याय-वैशेषिक दर्शनमा उल्लेख गरिएको 'वीचि-तरङ्ग न्याय' (Water-ripple Maxim) र 'कदम्ब-कोरक न्याय' (Spherical Expansion Maxim) के हुन्? यिनीहरू आधुनिक तरङ्ग-अवधारणा (Wave Theory) सँग कसरी मिल्छन्?

> ***सङ्केत (Hint):*** पोखरीको पानीमा लहर फैलिएझैँ र कदमको फूल चारैतिर गोलाकार रूपमा फुलेझैँ ध्वनि पनि माध्यममा चारैतिर आयामिक तरङ्गका रूपमा फैलन्छ भन्ने प्राचीन गुणात्मक विम्ब स्पष्ट पार्नुहोस्।

९. प्राचीन वैशेषिक र साङ्ख्य दर्शनको 'शब्द (ध्वनि) आकाश तत्त्वको विशिष्ट गुण हो' भन्ने अवधारणालाई आधुनिक भौतिकीको 'ध्वनि प्रसारका लागि भौतिक माध्यम (Medium) चाहिन्छ' भन्ने नियमसँग जोड्दै व्याख्या गर्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): खाली स्थान वा माध्यम (Space/Medium) विना ध्वनिको अस्तित्व सम्भव छैन भन्ने बुझाइ दुवैमा समान रहेको कडी पहिल्याउनुहोस्।

ख) विवेचनात्मक प्रश्न *(Critical Thinking)*

१०. हामीले मुखबाट 'ॐ' (प्रणव) को उच्चारण गर्दा हावामा कस्तो प्रकारको तरङ्ग उत्पन्न हुन्छ? अनुप्रस्थ (Transverse) कि अनुदैर्ध्य (Longitudinal)? प्राचीन दार्शनिक 'नाद' (Vibration) को बुझाइ र आधुनिक भौतिकीको 'ध्वनि तरङ्ग' (Sound Wave) को सिद्धान्त कहाँनेर भेटिन्छन्, प्रष्ट पार्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): ॐ को उच्चारण अनुदैर्ध्य तरङ्ग हो। सृष्टिको मूलमा कम्पन छ भन्ने दार्शनिक चेतना र हरेक ध्वनिको जग कम्पन हो भन्ने वैज्ञानिक तथ्यको एकता खुलाउँदै आवृत्तिको गणितीय मापन र समीकरण भने आधुनिक विज्ञानकै सीमारेखा हो भनी लेख्नुहोस्।

११. स्थापित 'Evidence Check' (प्रमाण-आधारित टिप्पणी) को कसीमा राखेर हेर्दा, आधुनिक विज्ञानले एकतर्फी प्रकाशको गति (One-way speed of light) प्रत्यक्ष नापेर आजसम्म पनि प्रमाणित खोज दिन नसकेको अवस्थामा, आइन्स्टाइनको मान्यता (Einstein's Convention) को नाममा वेदले सुझाएको अभूतपूर्व निकटको मान (Value) ले विज्ञानलाई अघि बढ्न पुऱ्याएको सहयोगलाई के वेदको 'रोचक दार्शनिक प्रेरणा' (Philosophical Extension) लाइ विज्ञानको अधार मात्र सकिन्छ? समालोचनात्मक समीक्षा गर्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): विज्ञानले आजसम्म एकतर्फी प्रकाशको गति प्रत्यक्ष नाप्न नसकेको शून्य अवस्था (Vacuum of Direct Measurement) मा वेदले सुझाएको अभूतपूर्व निकटको मान (Value) लाई वेदको नाम समेत उल्लेख नगरी सन् १९०५ को आइन्स्टाइनको मान्यता (Einstein's Convention) को रूपमा अघि सारिनु, प्रयोग गरिनु, तर त्यसै मान (Value) ले विज्ञानको अन्य अनुसन्धान अघि बढाउन गरेको अभूतपूर्व सहयोग नै वेदको ज्ञान विज्ञानको मूल आधारका रूपमा लिन सकिने बलियो आधार हो। यो पुर्खाहरूको उच्चतम वैज्ञानिक चेतना र विधा, आधुनिक विज्ञानको दार्शनिक कडी समेत रहेको यो आधुनिक विज्ञानको रहस्यमय मौन स्वीकार समेत रहेको तर्क अघि सार्नुहोस्।

ग) परियोजना कार्य *(Project Work)*

१२. एउटा भाँडो वा शान्त पोखरीको पानीमा ढुङ्गा खसालेर पानीमा लहर वा छालहरू (Ripples) बन्ने प्रक्रियाको प्रत्यक्ष अवलोकन गर्नुहोस्। पानीका ती कणहरू आफ्नो ठाउँबाट कतै नसरी केवल माथि-तल गर्दै ऊर्जालाई कसरी अगाडि बढाउँछन् भनी रेखाचित्र स्केच गर्नुहोस्। उक्त प्रक्रियालाई प्राचीन 'वीचि-तरङ्ग न्याय' र आधुनिक अनुदैर्ध्य ध्वनि-तरङ्गको प्रसारण प्रकृया (सम्पीडन र विरलतन) सँग तुलना गर्दै कक्षाकोठामा संक्षिप्त प्रस्तुतीकरण (Presentation) गर्नुहोस्।

कक्षा १० • अध्याय ११

विद्युत् र चुम्बकत्व

Electricity & Magnetism

यस अध्यायमा ***In this chapter***

- ओमको नियम (Ohm's Law), श्रेणी/समानान्तर प्रतिरोध (Series/Parallel), शक्ति र ऊर्जाको लागत (Power & Energy cost) गणना गर्ने
- घरायसी वायरिङ (Domestic wiring: live, neutral, earth; fuse, MCB) बुझ्ने
- विद्युत्-चुम्बक (Electromagnet), फ्लेमिङका नियम (Fleming's rules), विद्युत् मोटर (Motor) व्याख्या गर्ने
- विद्युत्-चुम्बकीय प्रेरण (Electromagnetic Induction), जेनेरेटर (Generator) र ट्रान्सफर्मर (Transformer) को सिद्धान्त जान्ने

१ आधुनिक विज्ञानको व्याख्या *(Modern Science: Electricity & Magnetism)*

यस अध्यायमा विद्युत् (Electricity) र चुम्बकत्व (Magnetism) बीचको घनिष्ठ सम्बन्ध अर्थात् **विद्युत्-चुम्बकत्व (Electromagnetism)** को अध्ययन गरिन्छ। यो आधुनिक जीवनलाई सहज बनाउने मोटर, जेनेरेटर र ट्रान्सफर्मर जस्ता प्रविधिहरूको मुख्य आधार हो।

१.१ ओमको नियम, परिपथ र विद्युत् महसुल *Ohm's Law, Circuits & Billing*

ओमको नियम (Ohm's Law): स्थिर तापक्रम र भौतिक अवस्थामा कुनै चालक तार (Conductor) बाट बग्ने विद्युत् धारा (Current — I), त्यसका दुई छेउहरू बीच पैदा हुने विभवान्तर (Voltage / Potential Difference — V) सँग समानुपातिक हुन्छ।

प्रतिरोधकहरूको संयोजन (Combination of Resistors): परिपथ (Circuit) मा प्रतिरोधकहरूलाई दुई तरिकाले जोड्न सकिन्छ:

- **श्रेणी संयोजन (Series Combination):** प्रतिरोधकहरूलाई एकपछि अर्को गरी लहरै जोड्ने विधि, जहाँ सबैमा समान विद्युत् धारा बग्दछ।
- **समानान्तर संयोजन (Parallel Combination):** सबै प्रतिरोधकहरूको दुवै छेउलाई साझा बिन्दुहरूमा जोड्ने विधि, जहाँ सबैमा समान भोल्टेज रहन्छ (घरायसी वायरिङमा यही प्रयोग हुन्छ)।

१.१.१ प्रत्यक्ष धारा (DC) र प्रत्यावर्ती धारा (AC) बीचको मुख्य फरक

विद्युत् धारा बग्ने दिशा र त्यसको परिमाण (Magnitude) का आधारमा करेन्टलाई दुई भागमा वर्गीकरण गरिन्छ:

१. प्रत्यक्ष धारा (Direct Current — DC)

परिभाषा: जुन विद्युत् धाराको दिशा र परिमाण समय अनुसार परिवर्तन हुँदैन, अर्थात् सधैँ एउटै दिशामा स्थिर भएर बग्छ, त्यसलाई प्रत्यक्ष धारा (DC) भनिन्छ। यसलाई धेरै उच्च भोल्टेजमा उत्पादन गर्न र लामो दूरीसम्म बिनाहानि प्रसारण गर्न कठिन हुन्छ।

स्रोत (Sources): ब्याट्री, सोलार प्यानल, र DC डाइनमो। यसलाई रासायनिक ऊर्जाका रूपमा ब्याट्रीमा जम्मा (Store) गरेर राख्न सकिन्छ। यसमा ट्रान्सफर्मरले काम गर्दैन । किनकि यसको चुम्बकीय क्षेत्र बदल्न सक्दैन।

फ्रिक्वेन्सी (Frequency): यसको फ्रिक्वेन्सी ० Hz (शून्य) हुन्छ, किनकि यसले आफ्नो दिशा बदल्दैन।

२. प्रत्यावर्ती धारा (Alternating Current — AC)

परिभाषा: जुन विद्युत् धाराको दिशा र परिमाण समयको निश्चित अन्तरालमा निरन्तर रूपमा बदलिरहन्छ (एक पटक सुल्टो र अर्को पटक उल्टो दिशामा बहन्छ), त्यसलाई प्रत्यावर्ती धारा (AC) भनिन्छ। ट्रान्सफर्मरको प्रयोग गरी उच्च भोल्टेज बनाएर लामो दूरीसम्म न्यून ऊर्जा हानिमा प्रसारण गर्न सकिन्छ।

स्रोत (Sources): जलविद्युत् पावर हाउसका जेनेरेटरहरू र हाम्रो घरको मुख्य राष्ट्रिय प्रसारण लाइन। यसलाई सिधै ब्याट्रीमा भण्डारण गर्न सकिँदैन। यसमा ट्रान्सफर्मरको प्रयोग गरी भोल्टेज बढाउन वा घटाउन सकिन्छ।

फ्रिक्वेन्सी (Frequency): नेपाल र धेरैजसो देशहरूमा यसको फ्रिक्वेन्सी ५० Hz हुन्छ । यसको अर्थ यो करेन्ट एक सेकेन्डमा ५० पटक आफ्नो दिशा बदल्छ।

⚠ महत्त्वपूर्ण वैज्ञानिक कडी:

हाम्रा घरायसी उपकरणहरू (जस्तै: मोबाइल, ल्यापटप, LED चिम) भित्र DC करेन्ट प्रयोग हुन्छ। त्यसैले, घरमा आउने AC करेन्टलाई DC मा बदल्नका लागि चार्जर वा एडेप्टर भित्र **रेक्टिफायर (Rectifier)** नामक विद्युतीय साधन प्रयोग गरिएको हुन्छ।

🧮 मुख्य सूत्रहरू *Key Formulas*

ओमको नियम (Ohm's Law):

$$\mathbf{V = I \times R}$$

जहाँ R = प्रतिरोध (Resistance), एकाइ: ओम (Ω)

श्रेणी संयोजनको कुल प्रतिरोध (R_s):

$$\mathbf{R_s = R_१ + R_२ + R_३ + \cdots}$$

- **समानान्तर संयोजनको कुल प्रतिरोध (R_p):**

$$\frac{१}{R_p} = \frac{१}{R_१} + \frac{१}{R_२} + \frac{१}{R_३} + \cdots$$

- **विद्युतीय शक्ति (Electric Power — P):**

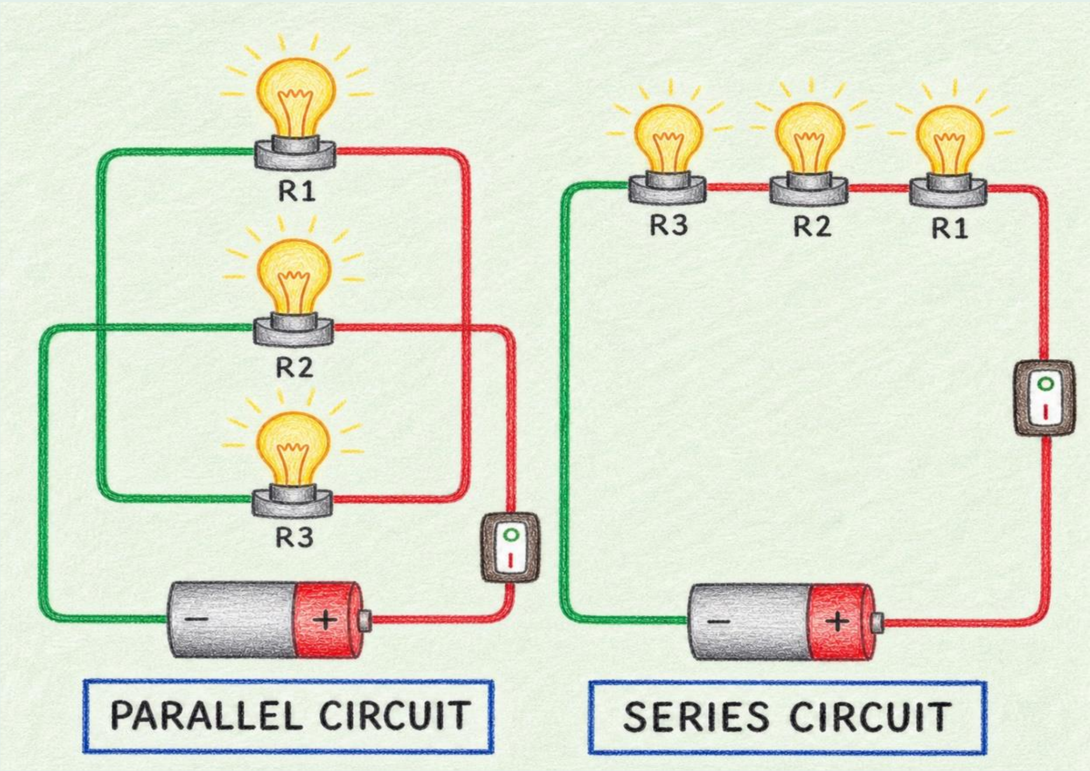
$$P = V \times I$$

एकाइ: वाट (W) वा किलोवाट (kW)

विद्युतीय ऊर्जा (Electric Energy — E):

$$E = P \times t$$

*जहाँ t = समय, यसको व्यावहारिक एकाइ किलोवाट-घण्टा (kWh) वा **'युनिट'** हो।*



हल गरिएको उदाहरण — विद्युत् महसुल *Worked Example*

प्रश्न (Question): एउटा घरमा दैनिक ४kWh विद्युतीय ऊर्जा खपत हुन्छ। यदि प्रति युनिट विद्युत् महसुल दर रु. १२ भए, ३० दिनको कुल महसुल कति होला?

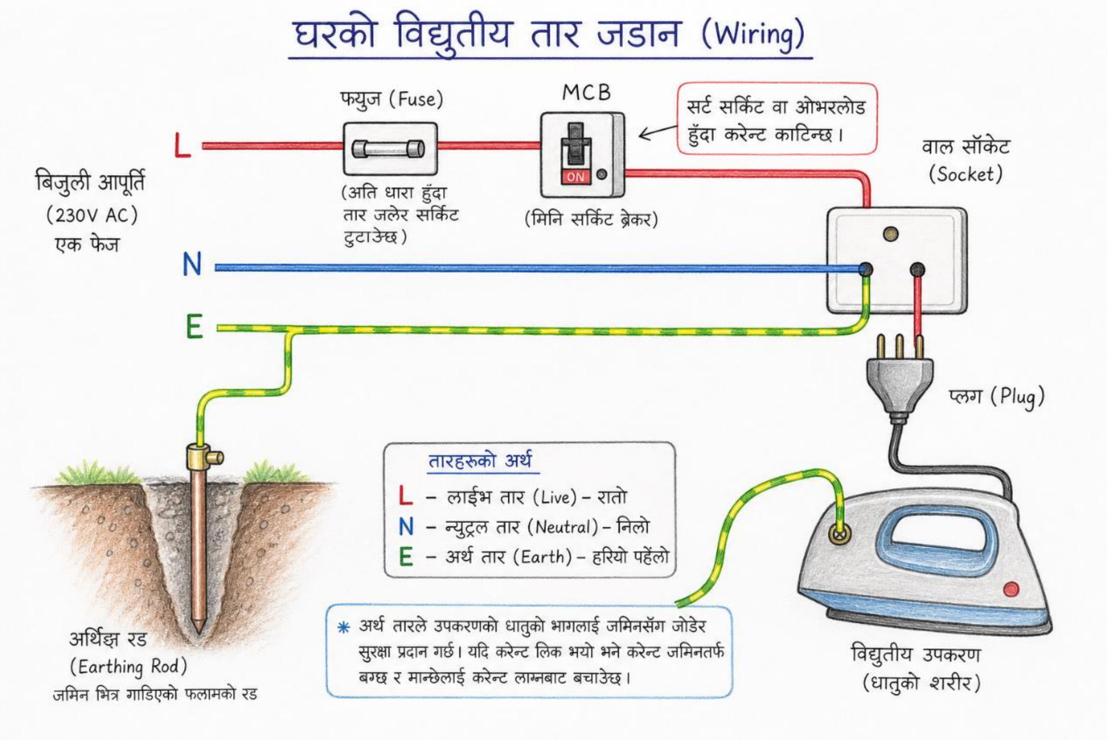
हल:

- दैनिक खपत = ४kWh (अर्थात् ४ युनिट)
- ३० दिनको कुल खपत = ४युनिट × ३० = १२० kWh (१२० युनिट)
- प्रति युनिट दर = रु. १२
- कुल महसुल = कुल युनिट × दर = १२० × १२ = **रु. १,४४०**

१.२ घरायसी वायरिङ र सुरक्षा *Domestic Wiring & Safety*

घरायसी वायरिङका तीन तारहरू:

- **लाइभ तार (Live Wire — *L*):** यो प्रायः रातो (Red) वा खैरो (**Brown**) रङ्गको हुन्छ, जसले बाहिरबाट प्रणालीमा मुख्य भोल्टेज (२२०V) भित्र्याउँछ।
- **न्युट्रल तार (Neutral Wire — *N*):** यो प्रायः कालो वा नीलो रङ्गको हुन्छ, जसले विद्युत् प्रवाहको परिपथ पूरा गरी धारालाई फिर्ता लैजान्छ।
- **अर्थ तार (Earth Wire — *E*):** यो हरियो वा पहेंलो रङ्गको हुन्छ। यसले विद्युतीय उपकरणको धातुको बडीमा यदि अचानक विद्युत् चुहावट (**Leakage**) भएमा, त्यस करेन्टलाई सुरक्षित रूपमा सिधै जमिन भित्र (जमीनमा) पठाई मानिसलाई खतरनाक विद्युतीय झट्का (**Electric Shock**) बाट जोगाउँछ।



फ्युज (Fuse) र MCB (Miniature Circuit Breaker): यी सुरक्षात्मक साधन हुन्। परिपथमा सर्ट-सर्किट वा ओभरलोड भई तोकिएको सीमाभन्दा बढी धारा बगेमा यिनीहरूले परिपथलाई स्वतः विच्छेद (**Cut off**) गरी महँगा उपकरणहरू नष्ट हुनबाट र आगलागी (**Fire**) हुनबाट बचाउँछन्।

१.३ विद्युत्-चुम्बकत्व र मोटर *Electromagnetism & Motor*

विद्युत् र चुम्बकत्वको सम्बन्ध: सन् १८२० मा वैज्ञानिक हान्स क्रिस्टियन ओर्स्टेडले पत्ता लगाए कि जब कुनै चालक तारबाट विद्युत् धारा बगाइन्छ, तब त्यस तारको वरिपरि चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic Field) उत्पन्न हुन्छ। त्यो शक्तिशाली चुम्बक विद्युत् घण्टी, क्रेन, मोटर आदि बनाउन उपयोग गरिन्छ।

विद्युत्-चुम्बकीय बल (Electromagnetic Force) र प्रेरित धारा (Induced Current) - फ्लेमिङका दुई नियम *[Fleming's Two Rules]*

१. मोटरको नियम: चुम्बकीय क्षेत्रमा धारावाही चालकमा लाग्ने बल (The Motor Rule — Force on a Current-Carrying Conductor)

तथ्य र नियम:

जब कुनै विद्युत् धारा बगिरहेको चालक तारलाई (Current-carrying conductor) बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) भित्र राखिन्छ, तब सो चालकमा एउटा मेकानिकल बल वा गति (Force or Motion) उत्पन्न हुन्छ।

यदि **चुम्बकीय क्षेत्रको दिशा** र चालकमा बग्ने **विद्युत् धाराको दिशा** एक-अर्कासँग ठ्याक्कै लम्ब (९०° को कोण वा Perpendicular) छन् भने, उत्पन्न हुने **बलको दिशा** ती दुवैको दिशासँग लम्ब (९०°) हुने गरी तेस्रो आयाम (Third Dimension) मा क्रियाशील हुन्छ।"

विद्युतीय ऊर्जा → यान्त्रिक ऊर्जा [यो विद्युत् मोटरको सिद्धान्त हो]।

२. जेनेरेटरको नियम: विद्युत्-चुम्बकीय प्रेरण (The Generator Rule — Electromagnetic Induction)

तथ्य र नियम:

जब कुनै चालक तार (Current-carrying conductor) लाई बाह्य चुम्बकीय क्षेत्रभित्र बलपूर्वक गति (Motion) दिइन्छ वा सारिन्छ, तब चुम्बकीय फ्लक्स परिवर्तन भई उक्त चालकमा प्रेरित विद्युत् धारा (Induced Current) उत्पन्न हुन्छ।

यदि बाह्य **चुम्बकीय क्षेत्रको दिशा** र चालकको **गतिको दिशा** एक-अर्कासँग लम्ब (९०° को कोण वा Perpendicular) छन् भने, उत्पन्न हुने **प्रेरित विद्युत् धाराको दिशा** ती दुवैको दिशासँग लम्ब (९०°) हुने गरी तेस्रो दिशामा प्रवाहित हुन्छ।"

यान्त्रिक ऊर्जा → विद्युतीय ऊर्जा [यो जेनेरेटर वा डाइनमोको सिद्धान्त हो]।

📊 **गणितीय र भेक्टर रूप (Mathematical Vector View):**

मोटरका लागि बल:

$$\vec{F} = I(\vec{L} \times \vec{B})$$

यहाँ बल $\vec{F}$ को दिशा, धाराको दिशा $\vec{L}$ र चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ दुवैसँग सधैँ ज्यामितीय रूपमा लम्ब हुन्छ।

जेनेरेटरका लागि प्रेरित भोल्टेज/धारा:

$$EMF = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \vec{L}$$

यहाँ प्रेरित धाराको दिशा, गतिको वेग $\vec{v}$ र चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ को क्रस प्रडक्टको दिशामा हुन्छ।

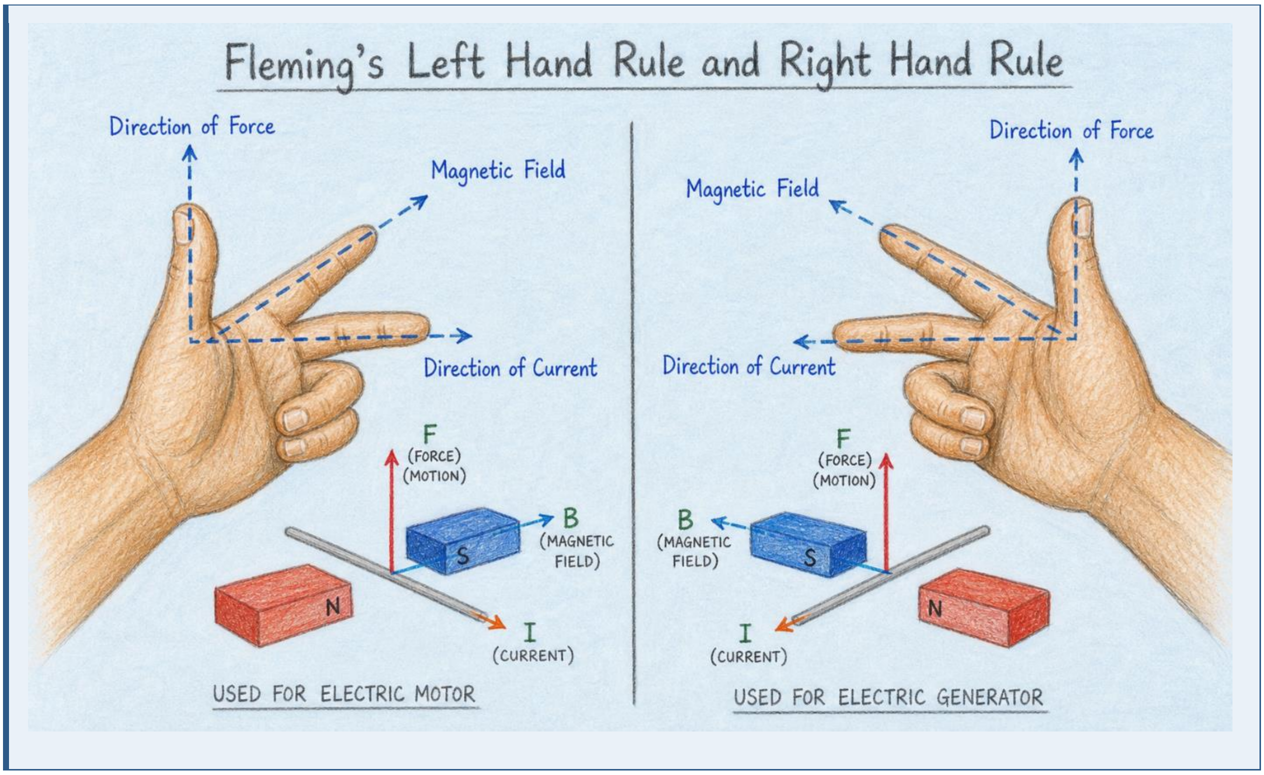
यसरी **चुम्बकीय क्षेत्र** ($\vec{B}$)**, विद्युत् धारा** (I **वा** EMF)**, र गति/बल** ($\vec{F}$ **वा** $\vec{v}$) तीनवटा भौतिक परिमाणहरू सधैँ एक-अर्कासँग त्रिविमीय रूपमा **लम्ब (Mutually Perpendicular)** हुन्छन्।

फ्लेमिङको हातको नियम (Fleming's Hand Rule)

प्रयोगशाला चुम्बकीय क्षेत्र, विद्युत् धारा, र यान्त्रिक बल/गति बीचको त्रिविमीय सम्बन्ध (Three-Dimensional Relationship) र दिशा पत्ता लगाउन सजिलो होस् भनेर दायाँ र बायाँ हातका औँलाहरू प्रयोग गरिन्छ। जसलाई हामी जनजिब्रोमा '**फ्लेमिङको हातको नियम**' भन्छौँ। फ्लेमिङको नियमको मुख्य मर्म के हो भने **चुम्बकीय क्षेत्र** ($\vec{B}$), **विद्युत् धारा** (I), र **लाग्ने बल वा गति** ($\vec{F}$) यी तीनवटै भौतिक परिमाणहरू सधैँ एक-अर्कासँग 90° को कोणमा (लम्ब रूपमा) रहन्छन्। मोटर चलाउँदा चुम्बकीय क्षेत्र र विद्युत् धारा दिने कार्य गरिन्छ। त्यसो गर्दा तिनीहरूसँग लम्ब हुने गरी तेस्रो दिशामा बल (Motion) उत्पन्न हुन्छ। जेनेरेटर चलाउँदा चुम्बकीय क्षेत्र र यान्त्रिक गति दिने कार्य गरिन्छ। त्यसो गर्दा तिनीहरूसँग लम्ब हुने गरी तेस्रो दिशामा प्रेरित विद्युत् धारा (Induced Current) उत्पन्न हुन्छ।

फ्लेमिङका दुई नियम *Fleming's Two Rules*

- **बायाँ हात नियम (Left-hand rule) → मोटर (Motor):** यदि बायाँ हातको बुढीऔँला, चोरऔँला र माझीऔँलालाई एक-अर्कासँग ९० डिग्रीको कोणमा फैलाउँदा चोरऔँलाले चुम्बकीय क्षेत्र र माझीऔँलाले विद्युत् धाराको दिशा देखाएमा, बुढीऔँलाले उत्पन्न हुने बल वा गतिको दिशा (Force/Motion) बुझाउँछ।
- **दायाँ हात नियम (Right-hand rule) → जेनेरेटर (Generator):** यदि दायाँ हातका तिनै औँलाहरूलाई ९० डिग्रीमा फैलाउँदा चोरऔँलाले चुम्बकीय क्षेत्र र बुढीऔँलाले चालकको गतिको दिशा देखाएमा, माझीऔँलाले उत्पन्न हुने प्रेरित विद्युत् धारा (Induced Current) को दिशा बुझाउँछ।
- **विद्युत् मोटर (Electric Motor):** चुम्बकीय क्षेत्र भित्र राखिएको धारावाही कुण्डली (Current-carrying coil) ले फ्लेमिङको बायाँ हातको नियम अनुसार बल पाउँछ र घुम्न थाल्छ। यसले विद्युतीय ऊर्जालाई यान्त्रिक ऊर्जा (Electrical → Mechanical Energy) मा रूपान्तरण गर्दछ (जस्तै: पङ्खा, वासिङ मेशिन)।



१.४ प्रेरण, जेनेरेटर र ट्रान्सफर्मर *Induction, Generator & Transformer*

विद्युत्-चुम्बकीय प्रेरण (Faraday's Law): वैज्ञानिक माइकल फैराडेका अनुसार, जब कुनै बन्द कुण्डली (Circuit) सँग जोडिएको चुम्बकीय क्षेत्र वा चुम्बकीय फ्लक्समा परिवर्तन आउँछ, तब उक्त कुण्डली(Circuit) मा विद्युत्-वाहक बल (**EMF**) प्रेरित भई विद्युत् धारा उत्पन्न हुन्छ।

जेनेरेटर वा डाइनमो (Generator): यो विद्युत्-चुम्बकीय प्रेरणको सिद्धान्तमा आधारित यन्त्र हो। यसले **यान्त्रिक ऊर्जालाई विद्युतीय ऊर्जा (Mechanical → Electrical Energy)** मा बदल्छ। यसबाट प्रत्यावर्ती धारा (AC) वा प्रत्यक्ष धारा (DC) दुवै उत्पादन गर्न सकिन्छ।

ट्रान्सफर्मर (Transformer): यो एकाउन्तर वा प्रत्यावर्ती धारा (**AC**) को भोल्टेजलाई आवश्यकता अनुसार बढाउने वा घटाउने यन्त्र हो। यो दुई प्रकारका हुन्छन्:

- **स्टेप-अप ट्रान्सफर्मर (Step-up Transformer):** यसले कम भोल्टेजलाई उच्च भोल्टेजमा बदल्छ (यसो गर्दा विद्युत् धारा घट्छ)।
- **स्टेप-डाउन ट्रान्सफर्मर (Step-down Transformer):** यसले उच्च भोल्टेजलाई सुरक्षित कम भोल्टेजमा बदल्छ (जस्तै: हाम्रो टोलमा राखिएका ट्रान्सफर्मरहरू)।

⚠ महत्त्वपूर्ण वैज्ञानिक कडी:

१. पावर हाउसबाट टाढा-टाढाका सहरहरूमा विद्युत् प्रसारण (**Transmission**) गर्दा तारमा हुने ताप जन्य ऊर्जाको हानि (Power loss) घटाउन ट्रान्सफर्मरको प्रयोग गरी **उच्च भोल्टेज**मा विद्युत् पठाइन्छ।

२. ट्रान्सफर्मरले **प्रत्यक्ष धारा (DC) मा काम गर्दैन।** किनकि DC को परिमाण र दिशा स्थिर हुने भएकाले यसले समय अनुसार चुम्बकीय क्षेत्र बदल्न सक्दैन। जसले गर्दा फैराडेको प्रेरणको नियम लागू हुन पाउँदैन।

विद्युत् र चुम्बकत्व — वैदिक दृष्टि

Electricity & Magnetism — The Vedic View

आधुनिक विज्ञानले विद्युत् (Electricity) र चुम्बकत्व (Magnetism) लाई धारा, विभवान्तर र क्षेत्रका सूत्रमा एकीकृत गर्नुभन्दा हजारौँ वर्षअघि नै वैदिक ऋषिहरूले प्रकृतिको सबैभन्दा शक्तिशाली विद्युतीय परिघटना **बिजुली/चट्याङ (Lightning)** लाई ध्यानपूर्वक नियाले, र चुम्बकत्व (magnetism) को व्यावहारिक ज्ञान समेत राखे। रोचक कुरा आजको 'विद्युत्' शब्द नै वेदको बिजुलीबोधक शब्दबाट आएको हो।

ज्योप्राण र शक्ति विज्ञान: भौतिक विद्युत् र वैदिक चेतनाको अदृश्य सम्बन्ध

आधुनिक भौतिक विज्ञानमा 'विद्युत्' (Electricity) र 'चुम्बकत्व' (Magnetism) लाई पदार्थका सूक्ष्म कणहरू (Electrons) को गति र तिनीहरूको चुम्बकीय प्रभावको रूपमा व्याख्या गरिन्छ। तर, सनातन वैदिक विज्ञानमा यी दुईलाई 'शिव' (स्थिर चेतना/चुम्बकत्व) र 'शक्ति' (गतिशील प्रान/विद्युत्) को अविभाज्य नाचको रूपमा हेरिन्छ। जसरी विद्युत् र चुम्बकत्व छुट्ट्याउन सकिँदैन, त्यसरी नै चेतना र प्रकृतिलाई छुट्ट्याउन सकिँदैन। जसरी तारमा बग्ने करेन्टले चुम्बकीय क्षेत्र बनाउँछ, त्यसरी नै मनमा उठने प्रत्येक विचारले ब्रह्माण्डमा कर्म-क्षेत्र सिर्जना गर्छ।

१. ओमको नियम र परिपथ (Ohm's Law & Circuits) — संकल्प, प्राण र संस्कार

वैज्ञानिक अवधारणा:

$V = I \times R$ (विभवान्तर = धारा × प्रतिरोध)।

श्रेणी (Series) र समानान्तर (Parallel) संयोजन।

वैदिक समकक्ष: कर्मयोग र नाडी विज्ञान

- V **(Voltage/विभवान्तर) = संकल्प शक्ति (Will Power):** यो चेतनाको दबाब वा इच्छा हो।
- I **(Current/धारा) = प्राण वा कर्मको प्रवाह:** यो हाम्रो शरीर र मनमा बग्ने जीवन शक्ति वा बाहिरी कर्म हो।
- R **(Resistance/प्रतिरोध) = संस्कार र अहंकार (Samskaras & Ego):** मनमा रहेका विषय-वासना, डर र अहंकारले प्राणको प्रवाहमा रोकावट पुर्‍याउँछन्।

वैदिक व्याख्या: तपाईंको संकल्प (V) जतिसुकै बलियो भए पनि, यदि मनमा अहंकार र मोहको प्रतिरोध (R) बढी छ भने, शुद्ध चेतना वा प्रेमको प्रवाह (I) कम हुन्छ। साधनाको मुख्य उद्देश्य यो 'आध्यात्मिक प्रतिरोध' (R) लाई शून्य बनाउनु हो, ताकि परम शक्तिको प्रवाह (I) अवरोधविहीन हुन सकोस्।

श्रेणी र समानान्तर:

- **श्रेणी (Series):** कुण्डलिनीको यात्रा (मूलाधारदेखि सहस्रारसम्म)। यदि एउटा चक्र (Chakra) अवरुद्ध भयो भने, सम्पूर्ण प्रवाह रोकिन्छ।
- **समानान्तर (Parallel):** भक्ति, ज्ञान, कर्म, र ध्यान जस्ता विभिन्न योग मार्गहरू। एउटा मार्गमा असफलता भए पनि अर्कोबाट प्रवाह जारी रहन्छ, जसले अन्ततः मोक्ष (परिपथ पूरा) दिन्छ।

२. घरायसी वायरिङ र सुरक्षा (Domestic Wiring & Safety) - त्रिगुण र विवेक
वैज्ञानिक अवधारणा:

लाइभ (L), न्युट्रल (N), अर्थ (E) तार र फ्युज/MCB को प्रयोग।

वैदिक समकक्ष: गुण परिवर्तन र चेतनाको एकाग्रता

- **लाइभ तार (Live - रातो) = पिङ्गला नाडी (सूर्य/राजस):** जसले सक्रिय ऊर्जा, कर्म र बाहिरी संसारको अनुभव बोक्छ।
- **न्युट्रल तार (Neutral - नीलो) = इडा नाडी (चन्द्रमा/तमस्-सत्त्व):** जसले ऊर्जालाई शान्त पारेर विश्राम दिन्छ र परिपथ पूरा गर्छ (ग्रहणशीलता)।
- **अर्थ तार (Earth - हरियो) = सुषुम्ना नाडी वा पृथ्वी तत्त्व (Grounding):** जब हाम्रो अहंकारमा 'कर्नट लिकेज' (अतिरिक्त क्रोध, लोभ, वा विषय-भोग) हुन्छ, यो सुषुम्ना वा भूमिमा गएर मिल्छ, जसले हाम्रो आत्मा (उपकरण) लाई विनाशकारी झट्काबाट जोगाउँछ।
- **फ्युज / MCB = विवेक (Discernment) र वैराग्य:** जब मनमा क्रोध वा लोभ (Overload / Short-circuit) को धारा खतरनाक सीमाभन्दा बढ्छ, 'विवेक' नामक MCB ले तुरुन्तै परिपथ काटेर (मनलाई रोकेर) हाम्रो आन्तरिक शुद्धता (उपकरण) लाई जलाउन दिँदैन।

३. दर्पण र लेन्स (Mirrors & Lenses) — चेतनाका दुई मार्ग

क) अवतल दर्पण / उत्तल लेन्स (Concave Mirror / Convex Lens - Converging):

- **वैज्ञानिक:** प्रकाशलाई एउटै बिन्दुमा केन्द्रित गर्छ।
- **वैदिक: एकाग्रता र ध्यान (Dharana & Samadhi)।** छरिएर रहेको मनका किरणहरूलाई एकै बिन्दु (Bindu/आत्मा) मा केन्द्रित गर्ने प्रक्रिया। दन्त-चिकित्सकले सानो दाँत ठूलो हेर्न जस्तै, योगीले यसको प्रयोग गरेर सूक्ष्म आत्मालाई स्पष्ट रूपमा 'दर्शन' गर्छन्।

ख) उत्तल दर्पण / अवतल लेन्स (Convex Mirror / Concave Lens - Diverging):

- **वैज्ञानिक:** प्रकाशलाई फैलाउँछ र फराकिलो दृश्य (Wide field of view) देखाउँछ।

वैदिक: समदृष्टि र करुणा (Samadrishti & Compassion)। ज्ञानी व्यक्तिले आफ्नो चेतनालाई एउटै बिन्दुमा नराखी सबैतिर फैलाउँछन्। गाडीको साइड मिररले पछाडिको सबै दृश्य देखाएजस्तै, ज्ञानीले 'सर्वं खल्विदं ब्रह्म' (सबै कुरा ब्रह्म नै हो) भन्ने फराकिलो दृष्टिले सबै प्राणीलाई समान रूपमा हेर्छन्।

४. प्रेरण, जेनेरेटर र ट्रान्सफर्मर (Induction, Generator & Transformer) - प्राणायाम र चेतनाको उत्थान

वैज्ञानिक अवधारणा:

चुम्बकीय फ्लक्स परिवर्तनले करेन्ट उत्पन्न गर्नु (Faraday)।

जेनेरेटर (यान्त्रिक →विद्युत्)। ट्रान्सफर्मर (भोल्टेज बढाउने/घटाउने)। AC र DC।

वैदिक समकक्ष: योग साधना र समाधि

- **जेनेरेटर (प्राणायाम):** शरीर र श्वासको यान्त्रिक क्रिया (Mechanical) लाई नियन्त्रण गरेर भित्री सूक्ष्म प्राण शक्ति (Electrical) उत्पन्न गर्नु।
- **ट्रान्सफर्मर (मन्त्र र कुण्डलिनी):**
  - ***स्टेप-अप:*** मन्त्र जप र ध्यानद्वारा स्थूल चेतना (कम भोल्टेज/मूलाधार) लाई उच्च सूक्ष्म चेतना (उच्च भोल्टेज/सहस्रार) मा पुऱ्याउनु।
  - ***स्टेप-डाउन:*** अवतार वा गुरुको कृपा। परम ब्रह्मको उच्च चेतनालाई साधारण मानिसले बुझ्न सक्ने कम भोल्टेज (मानव रूप, कथा, प्रतीक) मा झारेर दिनु।
- **AC र DC को गहिरो रहस्य:**
  - **AC (प्रत्यावर्ती) = संसार र श्वासप्रश्वास (द्वैत/Duality):** जसको दिशा र परिमाण बारम्बार परिवर्तन भइरहन्छ (जन्म-मृत्यु, सुख-दुःख, इडा-पिङ्गला)।
  - **DC (प्रत्यक्ष) = समाधि र आत्मा (अद्वैत/Non-duality):** जसको दिशा र स्वरूप स्थिर हुन्छ (सुषुम्ना/शुद्ध चेतना)।
  - **ट्रान्सफर्मरले DC मा काम नगर्नु:** जब साधक गहिरो समाधि (DC/स्थिर चेतना) मा पुग्छ, त्यहाँ कुनै 'परिवर्तन' (Flux change) हुँदैन। त्यसैले त्यो अवस्थामा सांसारिक प्रेरण (Induction) वा कर्म-फलको परिवर्तन हुँदैन। त्यो केवल शुद्ध अस्तित्व (Pure Being) हो, जहाँ रूपान्तरणको आवश्यकता हुँदैन।

५. हल गरिएको उदाहरण - कर्मको हिसाब (Karmic Billing)

वैज्ञानिक उदाहरण: दैनिक ४ युनिट खपत, ३० दिनको १२० युनिट, र रु. १४४० महसुल।

वैदिक समकक्ष: चित्रगुप्त र कर्म लेखा

दैनिक खपत = दैनिक कर्म: हामी दैनिक जति विचार, वचन र कर्म (युनिट) खपत गर्छौं, त्यो हाम्रो सूक्ष्म खाता (चित्त) मा जम्मा हुन्छ।

समय (t) = कालचक्र: समय बित्दै जाँदा त्यसको कर्मफल (महसुल) तिर्नै पर्छ।

महसुल = कर्मफल: "जति कर्म, उति प्रतिक्रिया"। यो नै ब्रह्माण्डको विद्युतीय महसुल हो। कुनै पनि कर्म (Energy) नष्ट हुँदैन, केवल आफ्नो फल (Bill) को रूपमा फर्कन्छ।

६. वैदिक अवधारणामा यसको मापन (Measurement in Vedic Concept)

आधुनिक विज्ञानमा विद्युत्लाई 'भोल्टमिटर', 'एमिटर' र 'युनिट' ले नाप्छ।

तर वैदिक विज्ञानमा यसलाई **'शरीरका सूक्ष्म लक्षणहरू'** बाट नापिन्छ:

- **प्राणको भोल्टेज (V):** साधकको संकल्प कति बलियो छ? (नाडी परीक्षण र आँखाको चमकबाट नापिन्छ)।
- **प्राणको करेन्ट (I):** सुषुम्ना नाडीमा कति ऊर्जा बगिरहेको छ? (ध्यानको क्रममा महसुस हुने आन्तरिक कम्पन र उष्णता)।

- **संस्कारको प्रतिरोध (R):** मनका वृत्तिहरू कति छिट्टो शान्त हुन्छन्? (विकर्षणको मात्रा)।

७. बालसुलभ दृष्टिकोण र प्रकृतिसँगको एकीकरण
(Childlike Perspective & Merging with Nature)
एउटा बालकले स्विच थिच्दा कोठा उज्यालो हुन्छ। उसले "Ohm's Law" वा "Electromagnetic Induction" केही बुझ्दैन।
उसले के महसुस गर्छ भने, "**मैले बटन थिचें, र देवताले कोठामा प्रकाश छिरिदिनुभयो!**" जब बालकलाई गल्तीले विद्युत् झट्का लाग्छ, उसलाई लाग्छ, "**बिजुलीको देवताले मलाई छोएर डराइदिनुभयो।**"
प्रकृतिसँग एकीकरणको रहस्य:
वैदिक दृष्टिकोणमा, बालकको यही भाव नै सत्य हो। हामीले बनाएका तार, मोटर र बल्बहरू केवल **परम चेतना (शक्ति) का माध्यमहरू** हुन्। जब हामी स्विच थिच्छौं, हामी केवल इलेक्ट्रोनहरूलाई बगाइरहेका हुँदैनौं, बरु हामी 'अग्नि देवता' लाई हाम्रो सेवाको लागि आह्वान गरिरहेका हुन्छौं।।

निष्कर्ष: भौतिक विज्ञानले विद्युत् र चुम्बकत्वको नियम प्रयोग गरेर हामीलाई भौतिक सुख र प्रविधि दिन्छ। तर वैदिक विज्ञानले त्यही ऊर्जालाई **'आत्म-ज्ञान'** को बाटो बनाउँछ। यसले हामीलाई सिकाउँछ कि **"आफ्नो मनको प्रतिरोध (अहंकार) घटाऔं, विवेक नामक MCB लाई सक्रिय राखौं, र आफ्नो प्राण-शक्तिलाई संसारको मायामा खेर नफाली, कुण्डलिनी रूपी ट्रान्सफर्मर मार्फत परम शिव (सहस्रार) तर्फ स्टेप-अप गरौं।"**

२ सम्बन्धित वैदिक/प्राचीन सन्दर्भ *(Vedic Reference)*

२.१ 'विद्युत्' शब्द नै बिजुली हो *The word 'vidyut' means lightning*

'विद्युत्' (Vidyut) शब्द **वि + √द्युत्** ('चम्कनु/झल्कनु', to flash) बाट बनेको हो। जसको शाब्दिक अर्थ **बिजुली (Lightning)** हो। यही प्राचीन शब्द आज **विद्युत् (Electricity)** का रूपमा प्रयोग हुन्छ। अथर्ववेदमा बिजुली र गर्जनलाई प्रत्यक्ष सम्बोधन गरिएको छ:

> ***नमस्ते अस्तु विद्युते नमस्ते स्तनयित्नवे ।***
>
> — अथर्ववेद १.१३.१

सरल अर्थ (Meaning): "हे बिजुली (Vidyut / Lightning), तिमीलाई नमस्कार! हे गर्जन (Stanayitnu / Thunder), तिमीलाई नमस्कार!" _बिजुली र गर्जनलाई एकसाथ सम्बोधन गर्नुले प्राचीन अवलोकनको सूक्ष्मता (keen observation) देखाउँछ — चट्याङमा पहिले चमक (flash) र पछि आवाज (sound) आउने कुरा तिनले नियालेका थिए।

विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

शब्द नै विरासत (The word itself): संस्कृत व्याकरण अनुसार 'विद्युत्' (**Vidyut**) शब्द 'वि' उपसर्ग र '√द्युत्' धातु (जसको अर्थ 'चम्कनु वा झल्कनु' — **To flash**) मिलेर बनेको हो। यसको शाब्दिक अर्थ प्राकृतिक रूपमा आकाशमा चम्कने बिजुली (**Lightning**) हो। यही प्राचीन शब्दलाई आज आधुनिक भौतिक विज्ञानमा हामी विद्युत् (**Electricity**) का रूपमा प्रयोग गर्दछौँ।

बिजुली = विद्युतीय परिघटना: ऋषिहरूले नियालेको आकाशीय बिजुली (atmospheric lightning) साँच्चै विद्युतीय परिघटना नै रहेछ — यो अवलोकन आफैँमा उल्लेखनीय छ।अथर्ववेदमा आकाशमा ओर्लने बिजुली र त्यसको कडा आवाज (चट्याङ) लाई प्रत्यक्ष रूपमा सम्बोधन गर्दै भनिएको छ:

नमस्ते अस्तु विद्युते नमस्ते स्तनयित्नवे ।

— अथर्ववेद १.१३.१

सरल अर्थ (Meaning): "हे बिजुली (**Vidyut / Lightning**), तिमीलाई नमस्कार! हे गर्जन (**Stanayitnu / Thunder**), तिमीलाई नमस्कार!"

प्राचीन अवलोकनको सूक्ष्मता (Keen Observation): भौतिक विज्ञानको दृष्टिकोणबाट बिजुली र गर्जनलाई एकैसाथ (एउटै मन्त्रमा) सम्बोधन गर्नु निकै अर्थपूर्ण छ। चट्याङ पर्दा प्रकाशको गति ध्वनिभन्दा कडा रूपमा तीव्र हुने हुनाले पहिले चमक (**Flash of Light**) देखिन्छ र त्यसको केही समयपछि मात्र कानमा गर्जन (**Sound of Thunder**) आइपुग्छ। हाम्रा पुर्खाहरूले यी दुवै परिघटना एउटै वातावरणीय विद्युत् चुहावट (Electrical discharge) का परिणाम हुन् भन्ने कुरा धेरै पहिले नै सूक्ष्म रूपमा नियालेका थिए।

सीमारेखा ***The Boundary***

यो प्राचीन सन्दर्भ प्रकृतिको अद्भुत र शक्तिशाली रूपप्रतिको गहिरो अवलोकन र आदर हो। तर, यो दार्शनिक र काव्यात्मक वन्दना मात्र हो; आधुनिक भौतिकीमा जस्तो विद्युत् परिपथमा बग्ने चार्जहरूको मात्रा, इलेक्ट्रोनको प्रवाह, वा भोल्टेज र करेन्ट गणना गर्ने निश्चित गणितीय नियमहरू ($V = I \times R$) वैदिक ग्रन्थहरूमा प्राविधिक सूत्रका रूपमा उपलब्ध थिएनन्। प्राकृतिक घटनाको यो प्राचीन गौरव र आधुनिक प्रयोगशालाको मात्रात्मक विज्ञान दुवै मिलेपछि मात्र विषयको पूर्ण ज्ञान प्रामाणिक बन्दछ।

🔍 प्रमाण-आधारित टिप्पणी ***Evidence Check***

✓ जे साँचो र बलियो छ (Genuine): 'विद्युत्' (Vidyut) शब्द नै बिजुली (Lightning) बाट आएको हो, र वैदिक ऋषिले आकाशीय बिजुली, विद्युतीय परिघटनालाई सूक्ष्म रूपमा अवलोकन गरे। यो साँचो, प्रमाणित शब्द-र-परिघटना (name-and-phenomenon) समानता हो।

△ जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation): बिजुलीको वन्दना एक श्रद्धा-भाव हो। यसमा इलेक्ट्रोनको प्रवाह (I), भोल्टेज (V), वा अवरोध (R) गणना गर्ने निश्चित गणितीय नियमहरू थिएन।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway): बिजुली-वन्दनालाई 'बिजुली एक विद्युतीय परिघटना हो' भन्ने प्राचीन अवलोकन र आजको 'विद्युत्' शब्दको जरा मान्नु र विद्युत्-सिद्धान्त आधुनिक विज्ञानलाई श्रेय दिनु नै सन्तुलित दृष्टि हो।

२.२ वज्र/अशनि - आकाशीय विद्युत् *Vajra — atmospheric electricity*

वज्रको भौतिक स्वरूप: वैदिक परम्परामा देवराज इन्द्र (**Indra**) को मुख्य अस्त्र **वज्र (Vajra — Thunderbolt)** हो। भौतिक विज्ञानको दृष्टिकोणबाट हेर्दा, वज्रले प्रहार गर्दा आकाशमा एकै चोटि उत्पन्न हुने उज्यालो (Light), अत्यधिक ताप (Heat), र प्रचण्ड आवाज (Sound) वास्तवमा वायुमण्डलीय विद्युत् (**Atmospheric Electricity**) कै शक्तिशाली रूप हो।

सचेत शब्दावली र सूक्ष्म ध्यान: संस्कृत भाषामा बिजुलीका लागि प्रयोग हुने अनेक पर्यायवाची शब्दहरू जस्तै **तडित् (Taḍit)**, **सौदामिनी (Saudāminī)**, **अशनि (Aśani)**, र **विद्युत् (Vidyut)** पाइन्छन्। यी फरक-फरक शब्दहरूले प्राकृतिक बिजुलीको चमक, त्यसको वेग र विनाशकारी शक्तिप्रति प्राचीन पुर्खाहरूको कति सूक्ष्म ध्यान र जिज्ञासा थियो भन्ने कुरा झल्काउँछ।

ऋग्वेदमा वज्रको सन्दर्भ: ऋग्वेदको प्रसिद्ध इन्द्र-सूक्तमा भनिएको छ:

> ***"इन्द्रस्य नु वीर्याणि प्र वोचं यानि चकार प्रथमानि वज्री।"***
>
> — ऋग्वेद १.३२.१
> **म वज्रधारी इन्द्रका प्रथम वीर कार्यहरू वर्णन गर्छु।**
>
> ***"अहिं राजानमधि पद्मजामनं वज्रेण वज्री परिभूतमस्तभत्।"***
>
> — ऋग्वेद १.३२. .९
> **वज्रधारी इन्द्रले वृत्रासुर [जल रोक्ने सर्प] लाई वज्रले प्रहार गरी उसको अहंकार/शक्ति चूर्ण पारे र जललाई स्वतन्त्र गरे।**

सरल अर्थ (Meaning): "वज्रधारी (**Vajrī / Thunderbolt-bearer**) इन्द्रले गरेका वीरत्तापूर्ण पराक्रमहरू म वर्णन गर्छु...। वज्रधारी इन्द्रले वृत्रासुर [जल रोक्ने सर्प] लाई वज्रले प्रहार गरी उसको अहंकार/शक्ति चूर्ण पारे र जललाई स्वतन्त्र गरे।

भौतिक विज्ञानको दृष्टिकोण *Physics Perspective*

- **वृत्रासुर (Vritra) = वायुमण्डलीय प्रतिरोध (Dielectric Strength of Air):** संस्कृतमा 'वृत्र' को अर्थ हुन्छ 'ढाक्ने', 'रोक्ने' वा 'अवरोध गर्ने'। भौतिक विज्ञानमा, सामान्य अवस्थामा हावा एउटा **इन्सुलेटर (Insulator)** हो। यसले विद्युत् चार्ज (Coulombs) लाई एक ठाउँबाट अर्को ठाउँमा जान दिँदैन। यो हावाको 'इन्सुलेटिङ गुण' नै वृत्रासुर हो।
- **वज्र (Vajra) = डाइइलेक्ट्रिक ब्रेकडाउन (Dielectric Breakdown):** जब बादलहरूमा घर्षणबाट अत्यधिक चार्ज (Megavolts को Potential Difference) जम्मा हुन्छ, हावाको प्रतिरोध क्षमता (Dielectric strength, approx. 3×10^6V/m) भन्दा बढी दबाब पर्छ। त्यतिबेला 'वज्र' (विद्युत् discharge) ले हावाको यो प्रतिरोध (वृत्र) लाई चिर्छ वा 'ब्रेकडाउन' गर्छ।

- **जलको मुक्ति:** प्रतिरोध टुटेपछि (वृत्र मारिएपछि), जम्मा भएको ऊर्जा र त्यससँगै बाँधिएर रहेको पानी (वर्षा) स्वतन्त्र भएर पृथ्वीमा खस्छ। यो ऋग्वेदको वर्णन **Cloud Discharge Mechanism** को एकदमै सटीक काव्यिक र भौतिक चित्रण हो।

संस्कृतका शब्दहरूले बिजुलीका फरक-फरक भौतिक अवस्थाहरू (Physical Phases/Properties) लाई जनाउँछन्:

विद्युत् (Vidyut) = **विद्युतीय चार्ज/करेन्ट (Electrical Charge/Current)**: यो बिजुलीको मूल ऊर्जा हो। भौतिक विज्ञानमा यो इलेक्ट्रोनहरूको प्रवाह वा चार्ज (Coulombs) हो।

तडित् (Taḍit) = **प्रकाशीय उत्सर्जन (Optical Emission / Plasma Flash)**: 'तड' धातुको अर्थ हो 'चम्कनु'। जब वज्र प्रहार हुन्छ, हावाको अणुहरू प्लाज्मा (Plasma) मा परिणत हुन्छन् र ३०,००० केल्भिन तापक्रममा चम्किन्छन्। यो 'तडित्' हो (The visible flash of lightning)।

सौदामिनी (Saudāminī) = **जिग-ज्याग मार्ग (Fractal Path / Stepped Leader)**: यसको अर्थ हो 'स्वर्ण-रेखा' वा 'बाङ्गो-टेङ्गो बाटो'। भौतिक विज्ञानमा, बिजुली सिधै रेखामा जाँदैन; यसले हावामा सबैभन्दा कम प्रतिरोध भएको बाटो (Path of least resistance) खोज्दै जिग-ज्याग (Stepped leader) रूपमा तल झर्छ। ऋषिहरूले यो Fractal Nature लाई 'सौदामिनी' भनेर वर्णन गरे।

अशनि (Aśani) = **ध्वनि र ताप ऊर्जा (Acoustic Shockwave & Thermal Energy)**: 'अशनि' को अर्थ हो 'प्रहार गर्ने' वा 'नष्ट गर्ने'। भौतिक रूपमा, बिजुली चम्किँदा हावा अत्यधिक तातिन्छ र छिटो फैलिन्छ, जसले 'शकवेभ' (Shockwave) वा ध्वनि (Thunder) उत्पन्न गर्छ। यो विध्वंसक शक्ति नै 'अशनि' हो।

तैत्तिरीय संहिता र अग्निका तीन रूप ***Electromagnetic Spectrum & Energy States***

त्रयो अग्नयः — पार्थिवः, आन्तरिक्षः, दिव्यः। - तैत्तिरीय संहिता / शतपथ ब्राह्मण

अग्नि तीन प्रकारका हुन्छन्: पृथ्वीको, अन्तरिक्षको, र स्वर्गको।

त्रयो विद्युतः या पार्थिवी, या आन्तरिक्षी, या दिव्या। - अथर्ववेद ४.१५ (विद्युत् सूक्त)

विद्युत् तीन लोकहरूमा (पृथ्वी, अन्तरिक्ष, स्वर्ग) विभिन्न रूपमा प्रकट हुन्छ।

[पार्थिवी विद्युत् - पृथ्वीसम्बन्धी [Static Electricity (घर्षणजन्य)] आन्तरिक्षी विद्युत् - अन्तरिक्षसम्बन्धी [Atmospheric Electricity (चट्याङ)] दिव्या विद्युत् - स्वर्गीय/दिव्य - [Cosmic Rays / Solar Flares] [ऋषिहरूले बुझेका थिए कि विद्युत् तीन लोकहरूमा (पृथ्वी, अन्तरिक्ष, स्वर्ग) विभिन्न रूपमा प्रकट हुन्छ। यो आधुनिक **Electromagnetic Spectrum** को वैदिक समकक्ष हो।]

भौतिक विज्ञानको दृष्टिकोण (Physics Perspective):

- **पार्थिव अग्नि (Earthly Fire) = रासायनिक ऊर्जा (Chemical Energy):** जस्तै दाउरा बल्नु।

- **आन्तरिक्ष अग्नि (Atmospheric Fire / Vajra) = वायुमण्डलीय विद्युत् (Atmospheric Electricity):** जस्तै चट्याङ पर्नु।
- **दिव्य अग्नि (Celestial Fire) = आणविक संलयन (Nuclear Fusion):** जस्तै सूर्यमा हाइड्रोजन हिलियममा परिणत हुनु।

भौतिक निष्कर्ष: वैदिक ऋषिहरूले बुझेका थिए कि तल जमिनमा बल्ने आगो, आकाशमा चम्किने बिजुली, र माथि सूर्यमा जल्ने ज्योति यी तीनै एउटै **विद्युत्-चुम्बकीय शक्ति (Electromagnetic Force)** वा ऊर्जाका फरक-फरक रूपहरू (Energy States) हुन्। आधुनिक विज्ञानले यसलाई 'Energy Conservation' र 'Electromagnetic Spectrum' भन्छ।

बिजुली र आत्मा Upanishadic Perspective

अश्मन्तं विद्युतं वदन्ति

यो ह वा एष विद्युद् दिवि तडिति, सा अश्मन्तः। - तैत्तिरीय ब्राह्मण ३.४.९

अर्थ: विद्युत्लाई अश्मन्त भनिन्छ। जो आकाशमा चम्किन्छ, त्यो अश्मन्त हो।

वैदिक अर्थ: अश्मन् (Aśman): पत्थर/वज्र। बिजुलीलाई 'पत्थर जस्तो कठोर प्रहार' मानिएको। तडित् (Taḍit): 'तड्' धातु (चम्कनु)। यो Visible Lightning Flash हो। [**भौतिक प्रक्रिया**: जब चार्जको विभवान्तर (Potential Difference) $१०^{८}$ भोल्ट पुग्छ, हावाको अणुहरू प्लाज्मा (Plasma) मा परिणत हुन्छन् र ३०,००० K तापक्रममा चम्किन्छन् यो नै 'तडित्' हो।]

यो वै सा विद्युत् सा अश्मन्तः

इन्द्रो ह वा एष विद्युदहं वृत्रमिति। - कौषीतकी उपनिषद् २.१५

अर्थ: यो विद्युत् नै अश्मन्त हो। इन्द्र नै विद्युत् हुन्। जो वृत्र (प्रतिरोध - **Obstructer)** लाई मार्दछ (to kill/destroy) ।

वैदिक अर्थ: इन्द्र केवल बाहिरी देवता होइनन् । उनी अन्तर चेतना शक्ति (Consciousness Power) हुन्। बिजुली केवल भौतिक घटना होइन। यो ब्रह्माण्डीय चेतनाको प्रकटीकरण हो। [**वृत्र** = अज्ञान/आवरण (Avidya/Ignorance), **वज्र** = ज्ञान/विवेक (Jnana/Discernment), **इन्द्र** = शुद्ध चेतना (Pure Consciousness)]

अथ यद्विद्युदिति

अथ यद् विद्युत्, तद्यद् विद्युत्, तद् विद्युत् एव। - बृहदारण्यक उपनिषद् २.२.४

अर्थ: जुन विद्युत् हो, त्यो विद्युत् नै हो (आत्मा नै हो)।

वैदिक दर्शन: बिजुलीको चमक र आत्माको प्रकाश एउटै **चैतन्य (Consciousness)** हुन्। बाहिरी विद्युत् र भित्री ज्ञानको प्रकाश दुवै एउटै ब्रह्मका रूप हुन्।

यसको भित्री अर्थ मानव चेतनासँग जोडिएको छ। हाम्रो मनमा रहेको अज्ञान, डर, र अहंकार नै 'वृत्र' हो, जसले हाम्रो भित्री ज्ञानलाई रोकेर राखेको हुन्छ।जब साधना, विवेक वा गुरुको कृपाद्वारा भित्र 'ज्ञानको प्रचण्ड ऊर्जा' (इन्द्र/विद्युत्) जागृत हुन्छ, त्यसले अज्ञान रूपी वृत्रलाई क्षणभरमै नष्ट गर्छ।जसरी

आकाशमा बिजुली चम्किएर अन्धकार हटाउँछ, त्यसरी नै भित्री चेतनामा ज्ञानको बिजुली चम्किएर अज्ञानको अन्धकार हट्छ।

बाहिर आकाशमा बिजुली चम्किएर बादलको भौतिक अवरोध (वृत्र) तोड्नु र भित्री मनमा ज्ञानको प्रकाशले अज्ञानलाई नष्ट गर्नु यी दुवै एउटै ब्रह्माण्डीय शक्तिका (इन्द्र/विद्युत्) फरक-फरक अभिव्यक्तिहरू हुन्। वैदिक ऋषिहरूले प्रकृतिको यही भौतिक घटनालाई चेतनाको उच्चतम रूपक (Metaphor) को रूपमा वर्णन गरेका हुन्।

४. सीमारेखा: वैदिक अवलोकनको तुलनामा आधुनिक मापन (The Boundary)

- **आधुनिक विज्ञान (Quantitative Measurement):** विज्ञानले बिजुलीलाई **मापन** गर्छ। यसले भन्छ "एउटा चट्याङमा औसत १५ किलो-एम्पियर (kA) करेन्ट, १०० मेगाभोल्ट (MV) भोल्टेज, र १ गिगाजुल (GJ) ऊर्जा हुन्छ। यसले 'कति' (How much) भन्ने कुरामा जोड दिन्छ।
- **वैदिक विज्ञान (Qualitative & Consciousness Measurement):** वैदिक ऋषिहरूले बिजुलीलाई **अनुभव र प्रभाव** मार्फत बुझे। उनीहरूले 'कति किलो-एम्पियर' नापेनन्, तर उनीहरूले बुझे कि : यो ऊर्जा (प्राण/शक्ति) ले वायुमण्डलको सन्तुलन (Rita/Cosmic Order) कायम राख्छ, नाइट्रोजनलाई फिक्स गरेर जमिनलाई उर्वर बनाउँछ (वृत्रलाई मारेर जल मुक्त गर्नु), र यसमा अत्यन्त सूक्ष्म तर प्रचण्ड चेतना (इन्द्र तत्त्व) निहित छ।

दुवैको समिश्रण (Synthesis):

वैदिक ऋषिहरूको भाषा **'अनुभूति र प्रतीक' (Phenomenological & Symbolic)** थियो भने, आधुनिक विज्ञानको भाषा **'गणित र प्रयोग' (Mathematical & Experimental)** हो। जब हामी ऋग्वेदको "इन्द्रले वज्रले वृत्रलाई मारे" भन्ने मन्त्रलाई पढ्छौं, हामीले यसलाई केवल 'देवताको कथा' नठानी, **"प्रचण्ड विभवान्तर (Potential Difference) ले वायुमण्डलीय प्रतिरोध (Dielectric Resistance) लाई भङ्ग गरेर विद्युत् प्रवाह (Current) गरायो"** भन्ने भौतिक विज्ञानको 'सूत्र' (Formula) को काव्यिक रूप मान्नुपर्छ।

निष्कर्ष: वज्र वा आकाशीय विद्युतको वैदिक व्याख्याले प्रमाणित गर्छ कि प्राचीन वैदिक विज्ञान प्रकृतिको सूक्ष्म अवलोकनमा कति अग्रणी थियो। आधुनिक विज्ञानले चट्याङको 'Mechanism' (संयन्त्र) पत्ता लगायो भने, वैदिक विज्ञानले यसको 'Meaning' (अर्थ र ब्रह्माण्डीय भूमिका) लाई मन्त्रहरूमा सुरक्षित राख्यो। दुवै मिलेर नै प्रकृतिको पूर्ण चित्र (Complete Picture) बन्दछ।

वैदिक र आधुनिक अवलोकनको तुलना:

विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

- **बिजुलीको तीन प्रभाव (Three effects):** वज्र प्रहारमा प्रकाश, ताप र आवाज तीनै एकसाथ देखिनु, बिजुली एक शक्तिशाली ऊर्जा-निस्सरण (energy discharge) हो भन्ने अवलोकन देखाउँछ।
- **सूक्ष्म शब्दावली (Rich vocabulary):** बिजुलीका अनेक पर्यायवाची शब्द हुनुले यस परिघटनाको सावधान, विस्तृत अवलोकन झल्काउँछ।

🔍 प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ जे साँचो र बलियो छ (Genuine): आकाशीय बिजुली (atmospheric lightning) को सूक्ष्म अवलोकन र यसका लागि विस्तृत शब्दावली प्राचीन चिन्तनको सावधानी देखाउँछ । बिजुली प्रकाश, ताप र ध्वनि सँगै दिने शक्ति हो भन्ने बुझाइ सही छ।

△ जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation): इन्द्र/वज्रको वर्णन काव्यिक-पौराणिक (poetic-mythological) हो । यसमा स्थिर विद्युत् (static electricity), आवेश-निस्सरण (discharge) को भौतिक **मापन** थिएन।

✗ जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-Only): बिजुली स्थिर विद्युतको निस्सरण (static discharge) हो भन्ने व्याख्या, र विद्युतीय क्षेत्र (electric field) को सिद्धान्त र मापन आधुनिक विज्ञानका खोज हुन् (बेन्जामिन फ्रयाङ्कलिन आदि)।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway): वज्र/बिजुलीको वर्णनलाई आकाशीय विद्युतको प्राचीन अवलोकन हो। यसको भौतिक सिद्धान्त र मापनको जस आधुनिक विज्ञानलाई दिनु नै सन्तुलित दृष्टि हो।

२.३ अयस्कान्त: चुम्बकत्व र आकर्षण *The lodestone — magnetism*

वैदिक ग्रन्थहरुमा चुम्बक (magnet) को व्यावहारिक ज्ञान भेटिन्छ। ऋषिहरूले प्रकृतिका दुवै अदृश्य शक्ति विद्युत् र चुम्बकत्व लाई 'आकर्षण र विकर्षणको शक्ति' को रूपमा गहनतासाथ बुझेका थिए। वैदिक दर्शनमा विद्युत् र चुम्बकत्वलाई अलग-अलग भौतिक तत्त्व मान्नुको सट्टा, तिनीहरूलाई एकै 'परम शक्ति' (Cosmic Energy) का दुई विभिन्न रूपहरू मानिएको छ।प्राचीन ऋषिहरूलाई चुम्बकीय शक्तिको बारेमा न केवल सैद्धान्तिक ज्ञान थियो, बरु यसको अत्यन्त व्यावहारिक प्रयोग पनि थियो।

- **शब्दको उत्पत्ति (Etymology):** संस्कृतमा चुम्बकलाई 'चुम्बक' भनिन्छ। यसको मूल धातु 'चुम्ब' (चुम्बन गर्नु) हो। यसबाट स्पष्ट हुन्छ कि ऋषिहरूलाई थाहा थियो कि चुम्बकले फलानो वस्तुलाई आफूतिर खिच्छ (जसरी चुम्बन गर्ने क्रममा आकर्षण हुन्छ)।
- **अयस्कान्त (Lodestone) को खोजी:** अथर्ववेदमा लोहा (आयस) र अयस्कान्त (चुम्बकीय लोहा) को भेद बताइएको छ। प्राकृतिक रूपमा पाइने चुम्बकीय पत्थरलाई 'अयस्कान्त' भनिन्थ्यो।
- **चिकित्सामा प्रयोग (सुश्रुत संहिता):** वैदिक प्रमुख आयुर्वेदिक ग्रन्थ सुश्रुत संहितामा चुम्बकको व्यावहारिक प्रयोगको चमत्कारिक उल्लेख छ। यदि कुनै व्यक्तिको शरीरमा लोहाको टुक्रा वा बाँस (शल्य) लागेर बसेमा, त्यसलाई काटेर निकाल्नुको सट्टा, बाहिरबाट 'अयस्कान्त' (चुम्बक) को प्रयोग गरेर त्यो लोहाको टुक्रालाई शरीर भित्रबाट बाहिर तान्ने विधि बताइएको छ। यो चुम्बकत्वको सबभन्दा प्राचीन व्यावहारिक चिकित्साको प्रमाण हो।
- **दिक्निर्देशन (Compass को ज्ञान):** प्राचीन वैदिक नाविकहरूले चुम्बकीय पत्थरलाई माछाको आकारमा काटेर पानीमा तैराएर राख्थे (जसलाई 'मत्स्ययन्त्र' भनिन्थ्यो)। यो मत्स्ययन्त्र सधैं उत्तर-दक्षिण दिशातर्फ फर्किन्थ्यो, जुन पृथ्वीको चुम्बकीय क्षेत्र (Earth's Magnetic Field) को ज्ञान भएको प्रमाण हो।

- **घर्षणबाट विद्युत् (Frictional Electricity):** ऋग्वेदमा 'अरणि' (लकडी) घसेर आगो निकाल्ने प्रक्रियाको वर्णन छ। ऋषिहरूले विशिष्ट लकडीहरू (जस्तै: शमी र अश्वत्थ) को घर्षणबाट न केवल ताप, बरु एक प्रकारको 'प्राण' (ऊर्जा/स्फुलिङ्ग) उत्पन्न हुने कुरा बुझेका थिए, जुन आधुनिक 'स्टेटिक इलेक्ट्रिसिटी' (Static Electricity) नै हो।
- अथर्ववेदका धेरै सूक्तहरूमा विजुली (विद्युत) लाई देवीको रूपमा वर्णन गरिएको छ। विद्युत्लाई 'अग्निशिखा' (अग्निको अग्लो सिङ) र 'शुक्र' (चम्कदार) भनिएको छ।

वैदिक दृष्टिकोणले विद्युत् र चुम्बकत्वको सम्बन्ध (Electromagnetism) यसरी व्याख्या गर्दछ:

अ) अदृश्य शक्ति क्षेत्र (Invisible Force Field): वैदिक भौतिकी (Vedic Physics) अनुसार, चुम्बकत्व र विद्युत् दुवै 'अदृश्य' (अनाहत) शक्तिहरू हुन्। ऋग्वेदमा भगवान इन्द्रलाई 'अनु व्रत' (अदृश्य शक्तिको धारक) भनिएको छ। चुम्बकले टाढाबाट फलाम तान्छ र विजुलीले टाढैबाट प्रहार गर्छ। यी दुवैको आधार 'अदृश्य शक्ति क्षेत्र' (Force Field) हो, जसलाई वेदमा 'माया' वा 'प्राण शक्ति' को रूपमा वर्णन गरिएको छ।

आ) तन्मात्रा (Tanmatra) को सिद्धान्त: सांख्य दर्शन (जसको मूल वैदिक हो) अनुसार, विश्व निर्माण हुँदा पाँचवटा महाभूतहरू बन्छन्। यी महाभूतहरूको अदृश्य रूपलाई 'तन्मात्र' भनिन्छ।

तैत्तिरीय उपनिषद् (२.३.१):

अग्निर्वा एतानि भूतानि, विद्युदग्निं समभिसम्भवत्।

अर्थ: सबै भूतहरू (पदार्थहरू) अग्नि (ऊर्जा) हुन् । र विद्युत् (बिजुली) अग्निबाटै उत्पन्न हुन्छ। [यसले अग्नि र विद्युत्को एकरूपता प्रमाणित गर्छ।]

ऋग्वेद (१.१६४.४५):

एकं सद्विप्रा बहुधा वदन्ति, अग्निं यमं मातरिश्वानमाहुः।

अर्थ: एउटै सत्य (ऊर्जा) लाई विद्वानहरूले विभिन्न नामले पुकार्छन्। कसैले अग्नि (विद्युत्/प्रकाश) भन्छन्, कसैले मातरिश्वान (वायु/चुम्बकीय बल) भन्छन्। [यसले विद्युत् र चुम्बकत्व एउटै शक्तिका दुई रूप हुन् भन्ने कुरा पुष्टि गर्छ।]

तन्मात्र र विद्युत्-चुम्बकत्वको वैदिक एकीकरण

वैदिक र सांख्य दर्शन अनुसार, स्थूल पदार्थ (Mahabhuta) बन्नुभन्दा अगाडि यसको एउटा सूक्ष्म, अदृश्य रूप हुन्छ, जसलाई **'तन्मात्र'** भनिन्छ।

- **वायु महाभूतको तन्मात्र = 'स्पर्श' (Touch/Force):** यो अदृश्य बल वा **चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic Field)** हो।
- **अग्नि (तेज) महाभूतको तन्मात्र = 'रूप' (Form/Light):** यो प्रकाश वा **विद्युतीय क्षेत्र (Electric Field)** हो।

वैदिक मान्यताअनुसार, 'रूप' (विद्युत्) र 'स्पर्श' (चुम्बकीय बल) एक-अर्काबाट अलग हुन सक्दैनन्। जहाँ तीव्र विद्युत् (रूप) हुन्छ, त्यहाँ स्वतः चुम्बकीय बल (स्पर्श) उत्पन्न हुन्छ।

आधुनिक विज्ञानसँगको समकक्षता (Scientific Synthesis):

आधुनिक विज्ञानमा **ओर्स्टेड (Oersted)** र **फ्याराडे (Faraday)** ले पत्ता लगाए:

- बग्दो विद्युत् धारा (अग्नि/रूप) ले वरिपरि चुम्बकीय क्षेत्र (वायु/स्पर्श) सिर्जना गर्छ।
- परिवर्तनशील चुम्बकीय क्षेत्रले विद्युत् धारा उत्पन्न गर्छ।

निष्कर्ष: आधुनिक विज्ञानले यसलाई **'Electromagnetism'** भन्छ भने, वैदिक ऋषिहरूले हजारौं वर्षअघि नै यसलाई **'अग्नि (रूप) र वायु (स्पर्श) को अविभाज्य तन्मात्रिक सम्बन्ध'** को रूपमा दर्शन गरेका थिए। दुवैले एउटै ब्रह्माण्डीय सत्यलाई दुई फरक भाषामा वर्णन गरेका हुन्।

'तन्मात्र' (सूक्ष्म अवस्था) बाट नै **'महाभूत' (स्थूल अवस्था)** बन्छ र वायुको तन्मात्र 'स्पर्श' तथा अग्नि (तेज) को तन्मात्र 'रूप' हो भन्ने कुरा सांख्य र वेदान्त दर्शनमा **स्पष्ट रूपमा उल्लेख छ**। तर, **"स्पर्श = चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic Field)"** र **"रूप = विद्युतीय क्षेत्र (Electric Field)"** भन्ने आधुनिक भौतिक विज्ञानका अङ्ग्रेजी शब्दहरू प्राचीन संस्कृत ऋचामा प्रत्यक्ष रूपमा छैनन्। यो एउटा **आधुनिक वैज्ञानिक व्याख्या (Modern Scientific Analogy/Mapping)** हो, जसले प्राचीन दर्शनलाई आधुनिक विज्ञानसँग जोड्छ। यसलाई प्रमाण र तर्कसहित तल स्पष्ट पारिएको छ:

१. वैदिक/सांख्य ग्रन्थको प्रत्यक्ष प्रमाण (Direct Scriptural Evidence)

प्राचीन ग्रन्थहरूमा 'तन्मात्र' र 'महाभूत' को सम्बन्ध यसरी स्पष्ट रूपमा उल्लेख छ:

क) तत्त्वसमास (सांख्य दर्शनको सारग्रन्थ) र वेदान्तका अनुसार:

शब्दो गगनस्य, स्पर्शो मरुतः, रूपं तेजसः, रसोऽम्बुनां, गन्धः पृथिव्याः।

अर्थ:

- आकाशको तन्मात्र = शब्द (Sound)
- वायु (मरुत) को तन्मात्र = स्पर्श (Touch)
- अग्नि (तेज) को तन्मात्र = रूप (Form/Light)
- जलको तन्मात्र = रस (Taste)
- पृथ्वीको तन्मात्र = गन्ध (Smell)

ख) तैत्तिरीय उपनिषद् (२.१) - सृष्टिको क्रम:

"आत्मन आकाशः सम्भूतः, आकाशाद्वायुः, वायोरग्निः, अग्नेरापः, अद्भ्यः पृथिवी..."

अर्थ: (सूक्ष्म) आत्माबाट आकाश, आकाशबाट वायु, वायुबाट अग्नि... बन्छन्। यहाँ सूक्ष्म (तन्मात्र) बाट नै स्थूल (महाभूत) को उत्पत्ति हुने स्पष्ट संकेत छ।

ग) सांख्यकारिका (श्लोक ३८) - ईश्वरकृष्ण:

शब्दादिषु पञ्चसु पञ्च पञ्चकानि भूतानि...

अर्थ: शब्द आदि पाँचवटा तन्मात्रहरूबाट नै पाँचवटा महाभूतहरूको निर्माण हुन्छ।

२. "चुम्बकीय" र "विद्युतीय" क्षेत्र भन्ने कसरी जोडियो? (The Scientific Bridge)

प्राचीन ऋषिहरूले "Magnetic Field" वा "Electric Field" भन्ने शब्द प्रयोग गरेनन्, किनकि यी आधुनिक अङ्ग्रेजी वैज्ञानिक शब्दहरू हुन्। तर, उनले जसलाई **'स्पर्श'** र **'रूप'** भनेर परिभाषित गरे, त्यसको **गुण (Property)** आधुनिक विज्ञानको 'चुम्बकीय' र 'विद्युतीय' क्षेत्रसँग हूबहु मिल्छ:

- **वायु = स्पर्श = चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic Field):** 'स्पर्श' को अर्थ हो: "नछोइकनै महसुस हुने बल वा धक्का"। चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic Field) ले पनि फलामलाई नछोइकनै तान्छ वा धकेल्छ। त्यसैले, अदृश्य बल वा 'स्पर्श' लाई आधुनिक विज्ञानको 'Magnetic Force/Field' सँग पूर्ण रूपमा मेल खान्छ।
- **अग्नि (तेज) = रूप = विद्युतीय क्षेत्र (Electric Field):** 'रूप' को अर्थ हो: "प्रकाश, रङ्ग र दृश्यमान ऊर्जा"। आधुनिक विज्ञानमा विद्युतीय क्षेत्र (Electric Field) र विद्युत्-चुम्बकीय तरङ्गहरू (Electromagnetic waves) नै प्रकाश (Light) को रूपमा देखिन्छन् र ऊर्जा उत्सर्जन गर्छन्। त्यसैले 'रूप' आधुनिक विज्ञानको 'Electric Field/Radiation' हो।

३. निष्कर्ष (Conclusion)

दार्शनिक रूपमा यो सत्य लाई दुई भागमा बुझ्नुपर्छ:

१. **शास्त्रीय सत्य (Literal Truth):** वायुको तन्मात्र 'स्पर्श' हो र अग्नि (तेज) को तन्मात्र 'रूप' हो। स्थूल पदार्थ बन्नुअघि यो सूक्ष्म अवस्थामा हुन्छ। (यो ऋचा र सांख्य दर्शनमा स्पष्ट छ)।

२. **व्याख्यात्मक सत्य (Interpretive Truth):** त्यो 'स्पर्श' नै अदृश्य चुम्बकीय बल हो र 'रूप' नै विद्युतीय प्रकाश/ऊर्जा हो भन्ने कुरा **आधुनिक विज्ञान र वैदिक दर्शनबीचको उत्कृष्ट समानान्तरता (Parallelism)** हो।

ऋषिहरूले हजारौं वर्षअघि नै प्रकृतिको यो अदृश्य नियमलाई **'तन्मात्र'** को रूपमा दर्शन गरेका थिए, जसलाई आजको विज्ञानले **'Electromagnetism'** को नाम दिएको छ।

इ) आकर्षण र विकर्षण (Attraction & Repulsion): यो दुवैको सबभन्दा ठूलो समानता हो।

- चुम्बकमा दुई ध्रुव (North/South) हुन्छन्। एउटै ध्रुव टकराए विकर्षण (Repulsion) हुन्छ र फरक ध्रुव आए आकर्षण (Attraction) हुन्छ।

- **विद्युत्मा पनि दुई चार्ज (Positive/Negative) हुन्छन्।** एउटै चार्जमा विकर्षण र फरक चार्जमा आकर्षण हुन्छ। वैदिक ग्रन्थहरूले यस अदृश्य आकर्षण-विकर्षणको नियमलाई 'ऋतु' (विश्वको नैसर्गिक तालमेल) भनेका छन्।
- **ऋग्वेद (८.७६.६)** मा विद्युत् (वज्र) टाढा वाट प्रहर गर्न सकिने र विपरित शक्तिलाई आफूतिर तान्ने गुण भएको बारे संकेत छ।

अथर्वाणां गृहपतिं वृषाणं रथ्येभिः परि वत्स इषिरा ।

अपः शुष्मं तुरीयं न शिक्रन् विद्युद्वज्र इवाकरिष्महि ॥ ६ ॥

— ऋग्वेद: मण्डल ८, सूक्त ७६, ऋचा ६

अनुवाद: हे ऋषि (वत्स), अथर्वण ऋषिहरूको यज्ञको अग्नि (गृहपति), जो अत्यन्त शक्तिशाली र सम्पन्न छ, त्यसलाई मन्त्रहरूद्वारा वरिपरि घेरेर स्तुति गर। हामी त्यो अविनाशी, अत्यन्त प्रखर र चौथो उच्च अवस्थाको ऊर्जालाई 'विद्युत्को वज्र' (Lightning) जस्तै तीव्र र चमकदार बनाएर प्रकट गर्छौं।

विस्तृत व्याख्या र सन्दर्भ: ऋषिहरूले यज्ञको अग्निबाट निस्कने तीव्र ऊर्जालाई वर्णन गर्नका लागि प्रकृतिको सबैभन्दा शक्तिशाली दृश्य आकाशीय विजुली (विद्युत्-वज्र) को उदाहरण दिएका छन्। ऋषिले के बुझाउन खोजेका छन् 'विद्युद्वज्र इव आकरिष्महि':

- **तीव्रता (Intensity):** विजुली कति छट्टै र अचानक देखिन्छ, त्यस्तै यो ऊर्जा पनि तीव्र छ।
- **प्रकाश (Luminosity):** विजुलीले अन्धकारलाई क्षणभरमा नष्ट गर्छ, त्यस्तै यो अग्निको ऊर्जाले अज्ञानको अन्धकार हटाउँछ।
- **विनाशक शक्ति (Destructive yet Purifying Power):** वज्रले जसरी दुष्ट शक्तिलाई नष्ट गर्छ, यज्ञको यो ऊर्जाले पनि दुष्टतालाई भस्म गर्न सक्छ।

'तुरीयम्' (चौथो अवस्था) को रहस्य: मन्त्रमा 'तुरीयम्' (चौथो) शब्दको प्रयोग गरिएको छ। वैदिक विज्ञानमा कुनै पनि ऊर्जाको तीनवटा सामान्य अवस्था हुन्छन् र चौथो अवस्था त्यसको सबैभन्दा शुद्ध, सूक्ष्म र शक्तिशाली रूप हो। ऋषि भन्छन् कि हामीले जुन ऊर्जा प्राप्त गरेका छौं, त्यो सामान्य अग्नि होइन, बरु 'तुरीयम्' (सर्वोच्च) अवस्थाको छ, जसको तुलना गर्न मानवीय भाषामा केवल '**विद्युत्-वज्र**' जस्तो शब्द मात्र उपलब्ध छ।

यसबाट प्रमाणित हुन्छ कि वैदिक कालका ऋषिहरूले विद्युत् (Lightning/Electricity) लाई सबैभन्दा तीव्र, चम्किलो र अदृश्य शक्तिको रूपमा पूर्ण रूपमा चिन्दथे र त्यसको तुलना आफ्नो यज्ञ र अध्यात्मिक ऊर्जासँग गर्न सक्दथे। आधुनिक विज्ञानले आज पनि ऊर्जाको मापन गर्न 'वाट' र 'भोल्ट' जस्ता शब्द प्रयोग गर्छ, भने ऋषिहरूले ऊर्जाको मापनका लागि 'विद्युद्वज्र' जस्तो प्रतीकात्मक शब्द प्रयोग गरेका थिए।

वैदिक परम्पराबाट विकसित ग्रन्थहरू (उपनिषद, आयुर्वेद, र शास्त्रहरू) मा चुम्बकत्वको ज्ञान अत्यन्त व्यावहारिक र प्रमाणित रूपमा उपलब्ध छ। तथ्यहरूले प्रमाणित गर्छन् कि वैदिक कालको विज्ञान कुनै काल्पनिक कथा होइन, बरु अवलोकन र प्रयोगमा आधारित (Evidence-based) अत्यन्त व्यावहारिक विज्ञान थियो।

निष्कर्ष: वैदिक ग्रन्थहरूले विद्युत् र चुम्बकत्वलाई आधुनिक विज्ञानजस्तै प्रयोगशालामा तोकिएको 'Current' र 'Magnetic Flux' को रूपमा नबोले पनि, यिनीहरूको अन्तर्निहित सत्य 'अदृश्य शक्तिको गति र आकर्षण' लाई पूर्ण रूपमा पकडेका थिए। चुम्बक (चुम्बक) शरीरबाट लोहा तान्ने र विजुली (विद्युत्) आकाशबाट पृथ्वीमा प्रहार गर्ने दुवै 'आकर्षण र ऊर्जा स्थानान्तरणको खेल' हुन्। वैदिक ऋषिहरूले यस खेललाई 'शक्तिको नृत्य' को रूपमा देखेका थिए, जहाँ विद्युत् र चुम्बकत्व एकै नर्तकका दुई अंग मात्र हुन्। आधुनिक विज्ञानले यही नृत्यलाई आज 'इलेक्ट्रोम्याग्नेटिज्म' भनेर सूत्रबद्ध गरेको हो।

विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

- **चुम्बकीय आकर्षण (Magnetic attraction):** अयस्कान्तले फलाम तान्ने अवलोकन र प्रयोग — चुम्बकत्व (magnetism) को प्रत्यक्ष, व्यावहारिक ज्ञान हो।
- **व्यावहारिक प्रयोग (Practical use):** सुश्रुतको शल्यक्रियामा चुम्बकको प्रयोग — चुम्बकीय बलको उपयोगी, प्रमाणित अनुप्रयोग हो, जुन 'विद्युत् धाराको चुम्बकीय प्रभाव' सँग विषयगत रूपमा जोडिन्छ।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ **जे साँचो र बलियो छ (Genuine):** अयस्कान्त (lodestone/magnet) को व्यावहारिक ज्ञान र सुश्रुतको शल्यक्रियामा यसको प्रयोग साँचो, प्रमाणित प्राचीन विज्ञान/शिल्प हो — चुम्बकीय आकर्षणको उपयोगी अनुप्रयोग यसले देखाउँछ।

△ **जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation):** यो चुम्बकत्वको व्यावहारिक अवलोकन थियो; **विद्युत् र चुम्बकत्वको एकीकरण** — 'धाराले चुम्बकीय क्षेत्र बनाउँछ' (electromagnetism) — भन्ने सिद्धान्त यसमा थिएन।

✗ **जे विशुद्ध आधुनिक खोज हो (Modern-Only):** विद्युत्-चुम्बकत्वको एकीकरण (Oersted, Faraday, Maxwell), विद्युत्-चुम्बक, मोटर, जेनेरेटर र ट्रान्सफर्मर विशुद्ध आधुनिक विज्ञानका उपलब्धि हुन्।

मुख्य सिकाई (Key Takeaway): अयस्कान्तलाई चुम्बकत्वको साँचो प्राचीन व्यावहारिक ज्ञान मान्नु — तर विद्युत्-चुम्बकत्वको एकीकरण आधुनिक विज्ञानलाई श्रेय दिनु नै सन्तुलित दृष्टि हो।

३ विज्ञान र वेद — विश्लेषण *(Science–Veda Analysis)*

विद्युत् र चुम्बकत्वलाई लिएर प्राचीन पूर्वीय चिन्तन र आधुनिक भौतिकी (Physics) बीचको सम्बन्ध केलाउँदा दार्शनिक अवलोकन (observation), प्रमाणित व्यावहारिक ज्ञान (genuine practical knowledge), र आधुनिक सूत्र (modern formulas) बीचको स्पष्ट सीमारेखा बुझ्नु अनिवार्य छ। प्राचीन वैदिक चिन्तन र आधुनिक भौतिक विज्ञानबीचको सम्बन्धलाई तीनवटा स्पष्ट र मर्मपूर्ण आयाममा बुझ्न सकिन्छ:

३.१ शब्द र सत्यको निरन्तरता *Continuity of Word & Truth*

आधुनिक 'इलेक्ट्रिसिटी' (Electricity) शब्द नै संस्कृतको 'विद्युत्' (बिजुली) बाट उत्पत्ति भएको हो। शब्द र यसको भौतिक परिघटना (Phenomenon) दुवैमा वैदिक र आधुनिक दृष्टिकोणबीच गहिरो सामञ्जस्य छ। तर, वैदिक दृष्टि यो **'सूक्ष्म अवलोकन' (Observation)** सम्म सीमित थियो, **'गणितीय सिद्धान्त' (Mathematical Theory)** को रूपमा विकसित भएको थिएन।

३.२ प्राचीन व्यावहारिक ज्ञान *Genuine Practical Wisdom*

वैदिक ऋषिहरू केवल दार्शनिक थिएनन्, व्यावहारिक वैज्ञानिक पनि थिए। सुश्रुत संहितामा शल्यक्रियाका लागि 'अयस्कान्त' (चुम्बक) को प्रयोग र आकाशीय विद्युत्को सूक्ष्म वर्गीकरण (तडित्, सौदामिनी, अशनि) प्राचीन भारतको प्रमाणित र परिपक्व विज्ञानको उत्कृष्ट नमुना हो।

३.३ आधुनिक विज्ञानको सीमारेखा *The Modern Boundary*

ओमको नियम (V = IR), फ्लेमिङका नियम, फ्याराडेको प्रेरण, मोटर, जेनेरेटर र विद्युत्-चुम्बकत्वको एकीकरण (Electromagnetism) जस्ता **मात्रात्मक सूत्रहरू (Quantitative Formulas)** वैदिक ग्रन्थमा उपलब्ध थिएनन्। यी आधुनिक प्रयोगशाला, गणित र प्रयोगसिद्ध विज्ञानको उपज हुन्।

📊 आधुनिक भौतिकी र प्राचीन चिन्तनको प्रमाण-आधारित प्रतिमान

आधुनिक अवधारणा (Modern)	प्राचीन प्रतिमान (Ancient)	भौतिकीय/दार्शनिक अर्थ (Meaning)
विद्युत् (Electricity)	विद्युत् = बिजुली (अथर्ववेद १.१३)	शब्द + परिघटना (प्रमाणित अवलोकन)
आकाशीय विद्युत् (Discharge)	वज्र/अशनि (ऋग्वेद १.३२)	अवलोकन (Observation)
चुम्बकत्व (Magnetism)	अयस्कान्त (सुश्रुत)	प्रमाणित व्यावहारिक ज्ञान (Genuine)
विद्युतीय सेल (Battery)	मित्रावरुण शक्ति — अगस्त्य संहिता	व्यावहारिक ज्ञान
V=IR, फ्लेमिङ, फ्याराडे, मोटर, ट्रान्सफर्मर, EM एकीकरण	— (कुनै वैदिक सूत्र छैन)	विशुद्ध आधुनिक खोज (Modern-Only)

अध्यायको मूल निष्कर्ष *Core Takeaway*

वेदले ऊर्जाको 'दर्शन र अवलोकन' (Philosophy & Observation) दिए, भने आधुनिक विज्ञानले यसको 'गणित र प्रविधि' (Mathematics & Technology) दियो।

सन्तुलन नै सत्य हो: प्राचीन ऋषिहरूको सूक्ष्म दृष्टि र आधुनिक वैज्ञानिकहरूको मात्रात्मक मापन दुवैको यथार्थ सम्मान र समन्वय नै वास्तविक **'पूर्ण ज्ञान'** हो।

४ दैनिक जीवन र कक्षा-प्रयोग *(Application & Practical Lab)*

विद्युत्-चुम्बकत्वको सम्बन्ध साना प्रयोग (simple experiments) मार्फत प्रत्यक्ष अनुभव गर्न सकिन्छ।

कक्षा-प्रयोग: विद्युत्-चुम्बक र प्रेरण *Classroom Experiment*

प्रयोग १ — विद्युत्-चुम्बक (Electromagnet): एउटा फलामको किला (iron nail) वरिपरि इन्सुलेटेड तामाको तार (copper wire) बेरी ब्याट्रीमा जोड्नुहोस्। अब किलाको टुप्पो साना पिन/क्लिपनजिक लैजानुहोस् — पिनहरू तानिन्छन्। ब्याट्री हटाउँदा चुम्बकत्व हराउँछ। **कारण:** धारा बग्दा तारवरिपरि चुम्बकीय क्षेत्र बन्छ।

प्रयोग २ — प्रेरण (Induction): एउटा कुण्डली (coil) लाई ग्याल्भानोमिटर (galvanometer) मा जोड्नुहोस्; अब कुण्डलीभित्र चुम्बकलाई छिटो हल्लाउनुहोस् — ग्याल्भानोमिटरमा धारा (deflection) देखिन्छ। चुम्बक स्थिर राख्दा धारा शून्य हुन्छ। **कारण:** चुम्बकीय क्षेत्र बदलिँदा प्रेरण (Faraday) ले EMF उत्पन्न गर्छ।

दैनिक जीवनमा विद्युत्-चुम्बकत्वको उपयोग *Real-world Connection*

- **घरायसी उपकरण (Home appliances):** पंखा, मिक्सर, पम्प सबैमा विद्युत् मोटर (motor) छ। विद्युत् घण्टी र क्रेनमा विद्युत्-चुम्बक हुन्छ।
- **बिजुली उत्पादन र प्रसारण (Generation & transmission):** जलविद्युत्/ताप केन्द्रमा जेनेरेटर, र लामो दूरीमा पठाउन ट्रान्सफर्मर हुन्छ। यो नेपालको विद्युत् प्रणालीको आधार हो।
- **सुरक्षा (Safety):** अर्थ तार, फ्युज र MCB ले झट्का र आगलागीबाट जोगाउँछन्।

५ मुख्य शब्दावली *(Key Terms)*

नेपाली शब्द (Term)	English Term / अर्थ
श्रेणी / समानान्तर	Series / Parallel
घरायसी वायरिङ	Domestic wiring (live/neutral/earth)
फ्युज / MCB	Fuse / MCB
विद्युत्-चुम्बक	Electromagnet
फ्लेमिङ बायाँ/दायाँ हात	Fleming's left/right hand rule
विद्युत्-चुम्बकीय प्रेरण	Electromagnetic induction (Faraday)
ट्रान्सफर्मर	Transformer (step-up/down)

६ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन *(Exercises & Assessment)*

क) अवधारणागत प्रश्नहरू *(Conceptual Questions)*

१. घरायसी वायरिङमा अर्थ तार (Earth Wire) किन आवश्यक हुन्छ? विद्युतीय सुरक्षा (Electrical Safety) को दृष्टिले व्याख्या गर्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): उपकरणको धातुको बडीमा करेन्ट चुहावट (**Leakage**) भएमा अर्थ तारले त्यसलाई सुरक्षित रूपमा जमिनमा पठाई मानिसलाई लाग्ने विद्युतीय झटका (**Electric Shock**) बाट जोगाउँछ भनी प्रष्ट पार्नुहोस्।

२. विद्युत् मोटर (Electric Motor) र जेनेरेटर (Generator) मा हुने ऊर्जा रूपान्तरण (Energy Transformation) कसरी एक-अर्काको ठीक उल्टो हुन्छ? स्पष्ट पार्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): मोटरले विद्युतीय ऊर्जालाई यान्त्रिक ऊर्जामा (**Electrical → Mechanical**) र जेनेरेटरले यान्त्रिक ऊर्जालाई विद्युतीय ऊर्जामा (**Mechanical → Electrical**) बदल्ने तथ्य उल्लेख गर्नुहोस्।

३. ट्रान्सफर्मर (Transformer) ले प्रत्यक्ष धारा (DC) मा किन काम गर्न सक्दैन? विद्युत्-चुम्बकीय प्रेरण (Electromagnetic Induction) को नियमका आधारमा कारण दिनुहोस्।

सङ्केत (Hint): प्रत्यक्ष धारा (DC) को परिमाण र दिशा स्थिर हुने भएकाले यसले कुण्डलीमा समय अनुसार परिवर्तनशील चुम्बकीय क्षेत्र (**Changing Magnetic Field**) पैदा गर्न सक्दैन, जसले गर्दा फैराडेको प्रेरणको नियम लागू हुँदैन।

ख) गणितीय प्रश्न *(Numerical Problems)*

४. ४Ω र ६Ω का दुईवटा प्रतिरोधकहरू (Resistors) छन्। तिनीहरूलाई (अ) श्रेणी संयोजन (Series) र (आ) समानान्तर संयोजन (Parallel) मा जोड्दा आउने कुल तुल्य प्रतिरोध (Equivalent Resistance) कति-कति हुन्छ? हिसाब गर्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): श्रेणीका लागि $R_s = R_१ + R_२$ (उत्तर: १०Ω) र समानान्तरका लागि $\frac{१}{R_p} = \frac{१}{R_१} + \frac{१}{R_२}$ (उत्तर: २.४Ω) सूत्र प्रयोग गर्नुहोस्।

५. एउटा घरमा मासिक १५०kWh (१५० युनिट) विद्युतीय ऊर्जा खपत हुन्छ। यदि विद्युत् महसुलको दर प्रति युनिट रु. १० भए, उक्त महिनाको कुल महसुल कति होला?

सङ्केत (Hint): कुल महसुल = कुल खपत युनिट × प्रति युनिट दर सूत्र प्रयोग गर्नुहोस्। (उत्तर: रु. १,५००)

ग) अनुप्रयोगगत प्रश्नहरू *(Application-based Questions)*

विद्युत् **६. विद्युत् मोटर घुम्ने कार्यप्रणालीलाई हातको चर्चा विना केवल भौतिक तथ्य अर्थात् चुम्बकीय क्षेत्र, विद्युत् धारा र लाग्ने बलको परस्पर लम्ब सम्बन्ध (Mutually Perpendicular Relation) का आधारमा व्याख्या गर्नुहोस्।**

सङ्केत (Hint): चुम्बकीय क्षेत्र र चालकमा बग्ने धारा एक-अर्कासँग लम्ब (९०°) हुँदा उत्पन्न हुने बल ती दुवैको दिशासँग लम्ब हुने गरी तेस्रो आयाममा क्रियाशील भई कुण्डली घुम्छ भनी लेख्नुहोस् (फ्लेमिङको नियम)।

७. पावर हाउसबाट लामो दूरीमा विद्युत् प्रसारण (Transmission) गर्दा उच्च भोल्टेज (High Voltage) को प्रयोग किन गरिन्छ? यस प्रक्रियामा ट्रान्सफर्मरको भूमिका कस्तो हुन्छ?

> ***सङ्केत (Hint):*** स्टेप-अप ट्रान्सफर्मरले भोल्टेज बढाउँदा तारमा बग्ने धारा (Current) घट्छ, जसले गर्दा तार तातिएर खेर जाने ताप ऊर्जाको हानि (Power Loss) न्यून हुन्छ र दुर्गम क्षेत्रसम्म विद्युत् पुऱ्याउन सहज हुन्छ भनी प्रष्ट पार्नुहोस्।

६.१ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन — वैदिक दृष्टि *(Assessment — The Vedic View)*

क) अवधारणागत प्रश्नहरू *(Conceptual Questions)*

८. संस्कृत व्याकरण अनुसार ‘विद्युत्’ (Vidyut) शब्दको शाब्दिक अर्थ के हो? यो आजको ‘Electricity’ सँग कसरी जोडिन्छ, र यस प्राचीन भाषिक विम्बलाई आधुनिक मात्रात्मक विद्युत्-सिद्धान्तको प्राविधिक प्रमाण किन भन्न मिल्दैन?

> ***सङ्केत (Hint):*** 'वि + √द्युत्' (चम्कनु) बाट बनेको यो शब्द आकाशको बिजुलीको प्रकृतिको उत्कृष्ट गुणात्मक अवलोकन हो। तर यसमा आधुनिक विज्ञान जस्तो परिपथको लोड, इलेक्ट्रोन प्रवाह वा ओभरलोड गणितीय रूपमा नाप्ने प्राविधिक सूत्र नहुने हुँदा यसलाई केवल ऐतिहासिक-दार्शनिक प्रेरणा मात्र मान्नुपर्छ।

९. प्राचीन आयुर्वेद र शल्यचिकित्सा ग्रन्थहरूमा उल्लेख भएको ‘अयस्कान्त’ (Lodestone / Natural Magnet) के हो? आचार्य सुश्रुतले शरीरमा गाडिएको फलामको टुक्रा (शल्य) निकाल्न यसको प्रयोग गर्नुलाई किन 'प्रमाणित व्यावहारिक ज्ञान' मानिन्छ?

> ***सङ्केत (Hint):*** प्राकृतिक चुम्बकले फलामलाई तान्छ भन्ने गुणलाई चिकित्सामा प्रयोग गरिनु प्रकृतिको गुणधर्म बुझेर गरिएको एक सफल, प्रमाणित र व्यावहारिक प्रयोग हो भनी बुझाउनुहोस्।

ख) विवेचनात्मक तथा समालोचनात्मक प्रश्नहरू *(Critical Thinking Questions)*

१०. प्राचीन अगस्त्य संहितामा वर्णन गरिएको घट (पात्र), तामाको पाता, जस्ताको पाता र मयूरपङ्ख (शिखिग्रीवा) को मिश्रणबाट 'मित्र-वरुण तेज' उत्पन्न हुने सन्दर्भलाई आधुनिक रासायनिक ब्याट्री (Voltaic Cell) को प्राविधिक इतिहाससँग जोड्दै यसको व्यावहारिक ज्ञानको महत्त्वबारे विवेचना गर्नुहोस्।

> ***सङ्केत (Hint):*** ब्याट्री जस्तो जटिल रासायनिक प्रणालीको संरचना प्राचीन ग्रन्थमा उल्लेख हुनुले पुर्खाहरूको उच्च व्यावहारिक एवं प्रयोगात्मक चेतना पुष्टि गर्छ। यद्यपि यसको भोल्टेज क्षमता र आन्तरिक प्रतिरोधको आधुनिक मापन प्रयोगशालाकै उपलब्धि हो भनी सन्तुलित तर्क राख्नुहोस्।

११. पाठ्यपुस्तकमा स्थापित 'Evidence Check' (प्रमाण-आधारित टिप्पणी) को कसीमा राखेर विद्युत् र चुम्बकत्व सम्बन्धी प्राचीन रैथाने चिन्तन र आधुनिक भौतिकीको विकासलाई (✓ प्रमाणित व्यावहारिक ज्ञान, △ दार्शनिक अवलोकन/काव्यिक प्रेरणा, र ✗ आधुनिक खोज) को ढाँचामा छुट्याई समालोचनात्मक समीक्षा गर्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): अगस्त्य संहिताको ब्याट्री र सुश्रुतको चुम्बक प्रयोग प्रमाणित व्यावहारिक ज्ञान (✓) हुन्; अथर्ववेद र ऋग्वेदमा बिजुली र वज्रको वन्दना गर्नु दार्शनिक/काव्यिक अवलोकन (△) हो; र ओर्स्टेडको खोज, फैराडेको प्रेरणको नियम तथा क्याल्कुलसमा आधारित समीकरणहरू आधुनिक खोज (✗) हुन् भनी वर्गीकरण गर्नुहोस्।

ग) अनुप्रयोग तथा परियोजना कार्य *(Project Work)*

१२.'विद्युत्' (आकाशीय बिजुली) र 'अयस्कान्त' (चुम्बक) सम्बन्धी वैदिक एवं प्राचीन पूर्वीय सन्दर्भहरू संकलन गर्नुहोस्। अर्कोतर्फ, आधुनिक विद्युत्-चुम्बकत्वको विकास (वैज्ञानिक ओर्स्टेडको खोज, फैराडेको प्रेरणको नियम र आइन्स्टाइनको सापेक्षता सम्बन्धी मान्यता) को इतिहास अध्ययन गर्नुहोस्। यी दुवै विधाको क्रमिक विकास र अन्तरसम्बन्धलाई देखाउने एउटा आकर्षक समय-रेखा (Timeline Chart) तयार गरी प्राचीन चेतना र आधुनिक प्रयोगात्मक विज्ञानको समकक्षी कडीबारे कक्षाकोठामा प्रस्तुत गर्नुहोस्।

कक्षा १० • अध्याय १२

ब्रह्माण्ड

The Universe

यस अध्यायमा ***In this chapter***

- सौर्यमण्डलका ग्रह (planets) र सानो (पुड्के) ग्रह (dwarf planets) चिन्ने
- प्राकृतिक (natural) र कृत्रिम (artificial) उपग्रह छुट्याउने
- भूस्थिर (geostationary) र ध्रुवीय (polar) उपग्रहको प्रयोग बुझ्ने
- अन्तरिक्ष प्रविधि (space technology) र अन्वेषण (exploration) को महत्त्व जान्ने

१ आधुनिक विज्ञानको व्याख्या *(Modern Science: The Universe)*

१.१ सौर्यमण्डल *The Solar System*

सौर्यमण्डल (Solar System) भनेको हाम्रो सूर्य (Sun) र यसको वरिपरि निश्चित बाटोमा घुमिरहेका सबै खगोलीय पिण्डहरूको (celestial bodies) एउटा विशाल प्रणाली हो।

- **केन्द्रमा सूर्य:** सूर्य यसको केन्द्रमा छ र यसको प्रचण्ड **गुरुत्वाकर्षण शक्ति (Gravitational force)** ले सबै पिण्डहरूलाई आफ्नो कक्षामा (orbit) बाँधेर राखेको हुन्छ।
- **आठ ग्रहहरू (Eight Planets):** यिनीहरूलाई दुई भागमा बाँड्न सकिन्छ:
  १. **आन्तरिक ग्रहहरू (Inner/Terrestrial Planets):** बुध (Mercury), शुक्र (Venus), पृथ्वी (Earth), र मंगल (Mars)। यी ढुङ्गा र धातुले बनेका ठोस ग्रहहरू हुन्।
  २. **बाह्य ग्रहहरू (Outer/Gas Giants):** बृहस्पति (Jupiter), शनि (Saturn), अरुण (Uranus), र वरुण (Neptune)। यी मुख्यतया ग्यास र बरफले बनेका विशाल ग्रहहरू हुन्।
- **अन्य पिण्डहरू:** यसमा सानो (पुड्के) **बौना ग्रह (Dwarf planet)** जस्तै प्लुटो (Pluto), साना चट्टानी **क्षुद्रग्रह (Asteroids)** (मुख्यतया मंगल र बृहस्पति बीच), र बरफ तथा धुलोले बनेका **धूमकेतु (Comets)** पनि पर्छन्।

१.२ उपग्रह — प्राकृतिक र कृत्रिम *Satellites — Natural & Artificial*

विज्ञानको भाषामा, कुनै ठूलो खगोलीय पिण्ड (जस्तै ग्रह) को वरिपरि घुम्ने सानो पिण्डलाई **उपग्रह (Satellite)** भनिन्छ। यसका दुई प्रकार छन्:

- **प्राकृतिक उपग्रह (Natural Satellite):** प्रकृतिले नै बनाएको र ग्रहको वरिपरि घुम्ने पिण्ड। उदाहरण: पृथ्वीको **चन्द्रमा (Moon)**।

- **कृत्रिम उपग्रह (Artificial Satellite):** मानिसले प्रविधिको प्रयोग गरेर बनाई रकेटमार्फत अन्तरिक्षमा पठाएको यन्त्र। यिनको मुख्य काम सञ्चार (communication), मौसम निरीक्षण (weather monitoring), र नेभिगेसन (navigation) हो।

कृत्रिम उपग्रहका प्रकार *Types of Artificial Satellites*

कृत्रिम उपग्रहका मुख्य दुई प्रकारहरू तल दिइएको छ:

1. **भूस्थिर उपग्रह (Geostationary Satellite):**
    - **कसरी काम गर्छ?** यो पृथ्वीको भूमध्यरेखा (Equator) भन्दा माथि करिब ३५,७८६ किमि (km) उचाइमा राखिन्छ। यसको विशेषता के हो भने, यो पृथ्वी आफैं घुम्ने गतिसँगै (२४ घण्टामा एकपटक) घुम्छ।
    - **नतिजा:** पृथ्वीबाट हेर्दा यो आकाशमा एउटै ठाउँमा **स्थिर (Stationary)** भएको जस्तो देखिन्छ।
    - **प्रयोग:** टेलिभिजन प्रसारण (TV broadcasting), मौसम पूर्वानुमान, र निरन्तर सञ्चार सेवा।
2. **ध्रुवीय उपग्रह (Polar Satellite):**
    - **कसरी काम गर्छ?** यो पृथ्वीको धेरै कम उचाइमा (Low Earth Orbit) उत्तर ध्रुव (North Pole) देखि दक्षिण ध्रुव (South Pole) सम्म घुम्छ। उपग्रह उत्तर-दक्षिण घुम्दा पृथ्वी आफैं पूर्व-पश्चिम घुमिरहेको हुन्छ।
    - **नतिजा:** केही घण्टा वा दिनमै यसले सम्पूर्ण पृथ्वीको सतहको फोटो वा डाटा लिन सक्छ।
    - **प्रयोग:** पृथ्वीको नक्सांकन (Mapping), सैन्य निगरानी, र वातावरणीय सर्वेक्षण।

एउटा कृत्रिम उपग्रह बनाउनु भनेको एउटा **अत्यन्तै स्मार्ट रोबोट** बनाएर यसलाई अन्तरिक्षको कठोर वातावरणमा बाँच्न र काम गर्न सक्षम बनाउनु हो। यसलाई ७ वटा आधारभूत चरणमा बुझ्न सकिन्छ:

कृत्रिम उपग्रह निर्माणका ७ आधारभूत चरणहरू

१. डिजाइन र उद्देश्य निर्धारण (Design and Mission Planning)

सबैभन्दा पहिले, वैज्ञानिक र इन्जिनियरहरूले उपग्रहको **उद्देश्य (Purpose)** तय गर्छन्।

- के यो मौसम हेर्ने हो? (Weather satellite)
- के यो टिभी सिग्नल पठाउने हो? (Communication satellite)
- यसको उद्देश्य अनुसार यसको आकार, तौल (Weight), र भित्र राख्नुपर्ने उपकरणहरूको नक्सा (Blueprint) तयार गरिन्छ।

२. उपग्रहको शरीर वा ढाँचा (The Bus / Structure)

उपग्रहको मुख्य ढाँचालाई विज्ञानको भाषामा **'बस' (Bus)** वा **'प्लेटफर्म' (Platform)** भनिन्छ।

- यो मानिसको हाड-जस्तै हुन्छ, जसले सबै उपकरणहरूलाई एकै ठाउँमा समातेर राख्छ।

- यो **हल्का तर धेरै बलियो** धातु (जस्तैः एलुमिनियम, टाइटेनियम, वा कार्बन फाइबर) बाट बन्छ, ताकि रकेट उड्दा हुने कम्पन र अन्तरिक्षको खतरनाक वातावरण यसले सहन सकोस्।

३. ऊर्जा प्रणाली (Power System)

अन्तरिक्षमा बिजुलीको प्लग हुँदैन, त्यसैले उपग्रहलाई आफ्नै ऊर्जा स्रोत चाहिन्छः

- **सोलार प्यानल (Solar Panels):** यी उपग्रहका 'पखेटा' जस्ता हुन्छन्, जसले सूर्यको प्रकाशलाई सोसेर बिजुली (Electricity) मा बदल्छन्।
- **ब्याट्री (Battery):** जब उपग्रह पृथ्वीको छायाँ (Shadow) मा पुग्छ र सूर्यको प्रकाश पाउँदैन, त्यतिबेला काम गर्नको लागि यसले सोलार प्यानलले चार्ज गरेको ब्याट्री प्रयोग गर्छ।

४. मस्तिष्क र नियन्त्रण प्रणाली (Brain and Control System)

उपग्रहलाई आफैंले सोच्न र निर्णय लिन सक्ने क्षमता दिइन्छः

- **अनबोर्ड कम्प्युटर (Onboard Computer):** यसले उपग्रहका सबै कामहरूको निगरानी र नियन्त्रण गर्छ।
- **सेन्सर (Sensors):** यसले उपग्रहको तापक्रम, यसको दिशा (Orientation), र गति नाप्छ। यदि उपग्रह बाटो बिर्यो भने, सेन्सरले थाहा पाएर कम्प्युटरलाई सच्याउन निर्देशन दिन्छ।
- **एन्टेना (Antenna):** यो उपग्रहको 'कान र मुख' हो। यसले पृथ्वीस्थित स्टेशनसँग रेडियो तरङ्ग (Radio waves) मार्फत डाटा पठाउँछ र प्राप्त गर्छ।

५. पेलोड (Payload) – उपग्रहको मुख्य काम

'पेलोड' भनेको उपग्रहको **मुख्य उद्देश्य पूरा गर्ने विशेष उपकरण** हो। 'बस' (ढाँचा) ले यसलाई बोकेर मात्र लैजान्छ।

> ***उदाहरण:*** मौसम उपग्रहमा उच्च क्षमताको **क्यामेरा (Camera)** हुन्छ भने, सञ्चार उपग्रहमा सिग्नल प्राप्त गरेर बढाएर पठाउने **ट्रान्सपोन्डर (Transponder)** हुन्छ।

६. कठोर परीक्षण (Rigorous Testing) ⚠ ***(सबैभन्दा महत्त्वपूर्ण चरण)***

एकपटक अन्तरिक्षमा पुगेपछि उपग्रहलाई मर्मत (Repair) गर्न वा इन्धन भर्न सकिँदैन। त्यसैले पृथ्वीमै रहँदा यसलाई अन्तरिक्ष जस्तै अवस्थामा राखेर कठोर परीक्षण गरिन्छः

- **कम्पन परीक्षण (Vibration Test):** रकेट उड्दा हुने भयानक हलचल र कम्पन यसले सहन सक्छ कि सक्दैन भनेर विशेष मेसिनमा राखेर हल्लाएर हेरिन्छ।
- **तापक्रम परीक्षण (Thermal Testing):** अन्तरिक्षमा सूर्यको प्रकाश पर्दा अत्यधिक तातो र छायाँमा अत्यधिक चिसो (-१५०°C सम्म) हुन्छ। यसलाई **'थर्मल भ्याकुम चेम्बर' (Thermal Vacuum Chamber)** मा राखेर यस्तो तापक्रम सहन सक्छ कि सक्दैन भनेर परीक्षण गरिन्छ।
- **भ्याकुम परीक्षण (Vacuum Test):** अन्तरिक्षमा हावा हुँदैन (शून्य वायुमण्डल)। त्यस्तो अवस्थामा यसका भागहरू फुल्ने वा बिग्रने त होइनन् भनेर जाँच गरिन्छ।

७. लन्च र तैनाथी (Launch and Deployment)

सबै परीक्षण पास गरेपछि, उपग्रहलाई रकेटको सबैभन्दा माथिल्लो भागमा रहेको सुरक्षात्मक खोल (**Payload Fairing**) भित्र सुरक्षित रूपमा राखिन्छ।

- रकेटले यसलाई तोकिएको उचाइ (जस्तै: ३५,७८६ km) मा पुऱ्याएपछि, उपग्रह रकेटबाट अलग (**Separate**) हुन्छ।
- अन्तरिक्षमा पुगेलगत्तै यसले आफ्नो सोलार प्यानल खोल्छ (**Deployment**), पृथ्वीसँग सम्पर्क स्थापना गर्छ, र आफ्नो काम सुरु गर्छ।

सारांश (Summary in Simple Terms):

कृत्रिम उपग्रह बनाउनु भनेको:

१. उद्देश्य तय गर्ने

२. बलियो शरीर (Bus) बनाउने

३. सोलार प्यानल र ब्याट्री जडान गर्ने

४. कम्प्युटर र एन्टेना (मस्तिष्क र कान) राख्ने

५. पेलोड (मुख्य काम गर्ने उपकरण) जोड्ने

६. अन्तरिक्ष जस्तै अवस्थामा कठोर परीक्षण गर्ने, र

७. अन्त्यमा रकेट मार्फत अन्तरिक्षमा पठाउने प्रक्रिया हो।

यो प्रविधिले नै हाम्रो मोबाइलमा GPS चलाउँछ, हामीले टिभी हेर्छौं, र वैज्ञानिकहरूले ब्रह्माण्डको रहस्य पत्ता लगाउँछन्।

१.३ अन्तरिक्ष प्रविधि र अन्वेषण *Space Technology & Exploration*

मानिसले अन्तरिक्षलाई बुझ्न र त्यहाँ पुग्न विभिन्न प्रविधिहरूको विकास गरेको छ:

- **रकेट (Rockets):** पृथ्वीको गुरुत्वाकर्षण तोडेर उपग्रह वा अन्तरिक्ष यानलाई माथि पुऱ्याउने शक्तिशाली सवारी साधन हो।
- **अन्तरिक्ष यान र रोभर (Spacecraft & Rovers):** मानव रहित यन्त्रहरू जसले अन्य ग्रहहरूमा गएर अध्ययन गर्छन्। (जस्तै: मंगल ग्रहमा चल्ने 'Perseverance Rover')।
- **दूरबीन (Telescopes):** जस्तै **हबल (Hubble)** र **जेम्स वेब (James Webb)** टेलिस्कोप। यिनीहरूले पृथ्वीको वायुमण्डलभन्दा माथिबाट ब्रह्माण्डका टाढाका तारा र आकाशगंगाहरूको स्पष्ट तस्बिर खिच्छन्।

अन्तरिक्ष यान (spacecraft), रोभर (rovers) र दूरबीन (telescopes — जस्तै Hubble, James Webb) मार्फत मानिसले ग्रह, तारा र ब्रह्माण्डको अध्ययन गर्छ। **GPS, मौसम पूर्वानुमान (weather forecasting), आपत्कालीन सञ्चार (emergency communication)** र भू-उपयोग नक्सांकन (land-use mapping) मा उपग्रह प्रविधिको दैनिक उपयोग छ।

प्रमुख अन्तरिक्ष निकाय *Major Space Agencies*

विश्वका विभिन्न देशहरूले अन्तरिक्ष अनुसन्धानका लागि विशेष निकायहरू बनाएका छन्:

- **NASA (अमेरिका):** विश्वको सबैभन्दा पुरानो र ठूलो निकाय। यसले मानिसलाई चन्द्रमामा पुऱ्याउने (Apollo Mission), मंगल ग्रहमा रोभर पठाउने, र जेम्स वेब टेलिस्कोप सञ्चालन गर्ने काम गरेको छ।
- **ISRO (भारत):** भारतीय अन्तरिक्ष अनुसन्धान संगठन। यसले कम खर्चमा उच्च सफलता हासिल गरेको छ, जस्तै: चन्द्रमाको दक्षिणी ध्रुवमा पुगेको **चन्द्रयान-३ (Chandrayaan-3)** र मंगल ग्रहमा पुगेको **मंगलयान (Mangalyaan)**।
- **ESA (युरोप) र CNSA (चीन):** युरोपेली अन्तरिक्ष निकाय र चीनको निकायले पनि अन्तरिक्ष स्टेशन (Space Station) निर्माण र चन्द्र/मंगल अन्वेषणमा ठूलो भूमिका खेल्दै आएका छन्।

सौर्यमण्डल सूर्यको गुरुत्वाकर्षणले चल्छ। हामीले बनाएका कृत्रिम उपग्रहहरूले (भूस्थिर वा ध्रुवीय) हाम्रो दैनिक जीवन (GPS, TV, मौसम) लाई सहज बनाउँछन्, र NASA वा ISRO जस्ता निकायहरूले रकेट र टेलिस्कोप प्रयोग गरेर ब्रह्माण्डका रहस्यहरू पत्ता लगाइरहेका छन्।

ब्रह्माण्ड — वैदिक दृष्टि

The Universe — The Vedic View

आधुनिक विज्ञानले ब्रह्माण्ड (Universe) लाई दूरबीन (telescopes), उपग्रह (satellites) र गणित मार्फत नाप्नुभन्दा हजारौँ वर्षअघि नै वैदिक ऋषिहरूले 'ब्रह्माण्ड कसरी सुरु भयो?' (How did the universe begin?) भन्ने शाश्वत प्रश्न सोधे, र सूर्य-चन्द्र-नक्षत्र-ग्रहको गतिलाई सूक्ष्म रूपमा नियाले। उनीहरूको खोज सूत्र-रूपमा थिएन; बरु गहिरो जिज्ञासा (deep inquiry), विराट् कल्पना (vast imagination) र नक्षत्र-अवलोकन (star observation) मा आधारित थियो — जसलाई पछि शास्त्रीय-युगका खगोलविद्हरूले गणितमा पनि ढाले।

२ सम्बन्धित वैदिक/प्राचीन सन्दर्भ *(Vedic Reference)*

२.१ सृष्टिको उद्गम — हिरण्यगर्भ र नासदीय सूक्त *The origin of creation*

वैदिक परम्परामा सृष्टिको उद्गम (origin) बारे दुई गहन ऋचा छन्। **हिरण्यगर्भ सूक्त** ले सम्पूर्ण ब्रह्माण्ड एउटै 'सुनौलो गर्भ' (golden womb / cosmic egg) बाट उत्पन्न भएको प्रतीकात्मक वर्णन गर्छ:

हिरण्यगर्भः समवर्तताग्रे
भूतस्य जातः पतिरेक आसीत् ।
स दाधार पृथिवीं द्यामुतेमां
कस्मै देवाय हविषा विधेम ॥

— ऋग्वेद १०.१२१.१ (हिरण्यगर्भ सूक्त)

सरल अर्थ (Meaning): सृष्टिको आरम्भमा (agre) एक 'हिरण्यगर्भ' (golden womb) प्रकट भयो; त्यही समस्त अस्तित्वको एकमात्र आधार थियो, जसले पृथ्वी (earth) र आकाश (sky) लाई धारण गऱ्यो। अर्थात्, सम्पूर्ण ब्रह्माण्ड एउटै मूल स्रोत (single source) बाट उत्पन्न भयो।

अझ गहन **नासदीय सूक्त** ले सृष्टिभन्दा अघिको अवस्थालाई अद्भुत विनम्रतासाथ वर्णन गर्छ:

नासदासीन्नो सदासीत्तदानीं
नासीद्रजो नो व्योमा परो यत् ।

— ऋग्वेद १०.१२९.१ (नासदीय सूक्त)

सरल अर्थ (Meaning): तब न 'असत्' (non-being) थियो, न 'सत्' (being); न अन्तरिक्ष (space) थियो, न परको आकाश। यो सूक्त अन्त्यमा भन्छ — 'यो सृष्टि कहाँबाट आयो? ... सायद अध्यक्षलाई पनि थाहा छैन' (१०.१२९.७) — जुन **वैज्ञानिक विनम्रता (scientific humility)** को अद्भुत उदाहरण हो।

२.२ ब्रह्माण्डको आकार र संरचना *(Scale and Structure of the Universe)*

वैदिक ग्रन्थहरूमा ब्रह्माण्डको आकार (size of the universe) बारे अचम्मलाग्दो वर्णन छ। आधुनिक विज्ञानले ब्रह्माण्डलाई 'अनन्त' (infinite) वा 'अत्यन्त विशाल' (vastly large) मान्छ, वैदिक दर्शनले पनि त्यस्तै बताउँछ।

अणोर्णीयान् महतो महीयान् आत्मा गुहायां निहितं जन्तोः । — **कठ उपनिषद् १.२.२०**

सरल अर्थ (Meaning): आत्मा (र ब्रह्माण्डको सार) अणुभन्दा पनि सूक्ष्म (subtler than the atom) छ र पहाडभन्दा पनि विशाल (greater than the great) छ।

वैदिक ब्रह्माण्ड संरचना (Vedic Cosmology):

- **ब्रह्माण्ड (Brahmanda):** 'ब्रह्म' (विशाल) + 'अण्ड' (अण्डा/egg) = "ब्रह्माण्डीय अण्डा" (Cosmic Egg)। यो अवधारणा आधुनिक 'Cosmic Egg' वा 'Singularity' सँग मिल्छ।
- **लोकहरू (Lokas):** वैदिक ब्रह्माण्डलाई १४ लोकमा विभाजन गरिएको छ । ७ ऊर्ध्व लोक (Upper worlds: भूः, भुवः, स्वः, महः, जनः, तपः, सत्य) र ७ अधो लोक (Lower worlds: अतल, वितल, सुतल, तलातल, रसातल, महातल, पाताल)।

- **अनन्त विस्तार (Infinite Extension):** पुराणहरूमा भनिएको छ कि एउटा ब्रह्माण्ड एउटा 'छिद्र' (pore) मात्र हो, र अनगिन्ती ब्रह्माण्डहरू छन् । जुन आधुनिक 'Multiverse Theory' सँग विषयगत रूपमा मिल्छ।

यथा ब्रह्माण्डे तथा पिण्डे, यथा पिण्डे तथा ब्रह्माण्डे।

(As is the universe, so is the body; as is the body, so is the universe)

व्याख्या: यो 'Microcosm-Macrocosm' (सूक्ष्म र स्थूलको एकरूपता) को सिद्धान्त हो। मानव शरीरमा जे छ (तत्त्व, ऊर्जा, चेतना), त्यही ब्रह्माण्डमा छ। यो आधुनिक 'Holographic Principle' सँग मिल्दोजुल्दो छ।

कालचक्र — युग र कल्प (Time Cycles — Yugas and Kalpas)

वैदिक खगोल विज्ञानको सबैभन्दा अद्भुत पक्ष हो **समयको विशाल मापन**। आधुनिक विज्ञानले ब्रह्माण्डको आयु (Age of Universe) करिब १३.८ अर्ब वर्ष (13.8 billion years) मान्छ भने, वैदिक ग्रन्थहरूले अझ विशाल समय-चक्रहरू वर्णन गरेका छन्।

वैदिक समय-मापन (Vedic Time Measurement):

एकाइ (Unit)	अवधि (Duration)	आधुनिक समकक्ष (Modern Equivalent)
युग (Yuga)	४,३२०,००० वर्ष (कलियुग)	मानव सभ्यताको इतिहास
महायुग (Mahayuga)	४३ लाख २० हजार वर्ष	पृथ्वीको भू-वैज्ञानिक युग
कल्प (Kalpa)	४.३२ अर्ब वर्ष	**पृथ्वीको आयु (4.5 billion years)** सँग मिल्छ!
ब्रह्मको एक दिन	४.३२ अर्ब वर्ष	ब्रह्माण्डको एक चक्र
ब्रह्मको जीवनकाल	३११.०४ ट्रिलियन वर्ष	ब्रह्माण्डको पूर्ण आयु

सहस्रयुगपर्यन्तमहर्यद्ब्रह्मणः पदम्।— भगवद्गीता ८.१७

(ब्रह्माको एक दिन हजार युगसम्मको हुन्छ।)

वैज्ञानिक समकक्षता (Scientific Parallel):

- **कल्प (४.३२ अर्ब वर्ष) ≈ पृथ्वीको आयु (4.5 billion years)** — यो आश्चर्यजनक नजिकको अनुमान हो!
- **चक्रीय ब्रह्माण्ड (Cyclic Universe):** वैदिक दर्शनमा ब्रह्माण्ड बारम्बार सिर्जना, विस्तार, र प्रलय (Creation, Expansion, Dissolution) को चक्रमा चल्छ। यो आधुनिक 'Cyclic Model of the Universe' (जस्तै Roger Penrose को 'Conformal Cyclic Cosmology') सँग मिल्छ।

ज्योतिष वेदाङ्ग — व्यावहारिक खगोल विज्ञान
(Jyotisha Vedanga — Practical Astronomy)

वैदिक कालमा खगोल विज्ञान केवल दार्शनिक थिएन; यो **व्यावहारिक (practical)** पनि थियो। वेदाङ्ग (Vedanga : वेदको अङ्ग) को छ भागमध्ये **ज्योतिष (Jyotisha)** एउटा हो, जसको मुख्य काम थियो: **यज्ञ (sacrifice) र ऋतु (seasons) को सही समय पत्ता लगाउनु**।

ऋतुं यज्ञं च संस्थं च नक्षत्राणि च ताः पराः।
ज्योतिषं वेदमाचष्टे वेदाङ्गं प्रथमं बुधैः॥

(ऋतु, यज्ञ, नक्षत्र र ग्रहहरूको ज्ञान नै ज्योतिष वेदाङ्ग हो।)

व्यावहारिक प्रयोगहरू (Practical Applications):

१. **नक्षत्र-आधारित पात्रो (Nakshatra-based Calendar):** २७ वटा नक्षत्र (Lunar Mansions) को आधारमा समय नाप्ने। यो आधुनिक 'Lunar Calendar' को आधार हो।
२. **ग्रहणको गणना (Eclipse Calculation):** आर्यभट्ट (Aryabhata) ले चन्द्र र सूर्य ग्रहणको कारण छायाँ (shadow) हो, राहु-केतु जस्ता राक्षस होइनन् भनी प्रमाणित गरे।
३. **ऋतु-चक्र (Seasonal Cycle):** सूर्यको गति अनुसार ६ ऋतुहरू (ऋतु, वर्ष, शिशिर, वसन्त, ग्रीष्म, वर्षा) को सटीक गणना।

ध्रुवतारा (Pole Star) हेरेर दिशा पत्ता लगाउने रैथाने परम्परा पनि थियो। जुन आजको **नेभिगेसन (navigation) र GPS** कै सबैभन्दा आदिम, व्यावहारिक रूप हो।

प्राचीन खगोलविद् र उनका योगदान *Ancient Vedic Astronomers and Contributions*

वैदिक ज्ञानलाई गणितीय रूपमा ढाल्ने महान् वैज्ञानिकहरू:

वैज्ञानिक (Scientist)	युग (Era)	प्रमुख योगदान (Key Contribution)
आर्यभट्ट (Aryabhata)	सन् ४७६	पृथ्वी आफैं घुम्छ (Rotation); ग्रहणको वैज्ञानिक कारण; π (पाई) को सटीक मान (3.1416)
वराहमिहिर (Varahamihira)	६ औं शताब्दी	'बृहत्संहिता' - मौसम, भूकम्प, र ग्रहहरूको विस्तृत अध्ययन
ब्रह्मगुप्त (Brahmagupta)	७ औं शताब्दी	शून्य (Zero) को गणितीय प्रयोग; गुरुत्वाकर्षणको प्रारम्भिक अवधारणा
भास्कराचार्य (Bhaskara II)	१२ औं शताब्दी	'सिद्धान्तशिरोमणि' - ग्रहहरूको गति, गुरुत्वाकर्षण (Gravity) को स्पष्ट वर्णन

भास्कराचार्यको गुरुत्वाकर्षण वर्णन:

वस्तुरूपेण गुरुत्वाकर्षणम्। — सिद्धान्तशिरोमणि, ग्रहगणित

(वस्तुहरू आफ्नो गुरुत्वले आकर्षित हुन्छन्।)

आधुनिक समकक्ष: न्युटन (Newton) ले गुरुत्वाकर्षणको नियम (Law of Gravitation) सन् १६८७ मा प्रकाशित गरे, तर भास्कराचार्यले ५०० वर्षअघि नै यसको अवधारणा लेखिसकेका थिए।

🔍 अवलोकन यन्त्रहरू *Evidence Check*

आधुनिक टेलिस्कोप (Telescopes) भन्दा पहिले, प्राचीनवैदिक वैज्ञानिकहरूले सरल तर अचुक यन्त्रहरू प्रयोग गर्थे:

१. **शङ्कु यन्त्र (Gnomon / Shanku Yantra):** यो जमिनमा सीधा ठड्याइएको एउटा लौरो वा दण्ड हो। सूर्यको घामले गर्दा बन्ने यसको छायाँको लम्बाइ र दिशा नापेर समय, स्थानको अक्षांश (Latitude), र सूर्यको स्थिति पत्ता लगाइन्थ्यो।

२. **जल यन्त्र (Water Clock / Jala Yantra):** यो पानीको माध्यमबाट समय नाप्ने प्राचीन घडी हो। एउटा भाँडोबाट अर्को भाँडोमा पानी खस्ने निश्चित गति (Constant flow of water) को आधारमा समयको मापन गरिन्थ्यो।

३. **यन्त्र मन्तर (Jantar Mantar):** यो ढुङ्गा र सङ्गमर्मर (Marble) बाट बनेका विशाल आधुनिक वेधशाला वा अवलोकनशालाहरू (Observatories) हुन्, जुन जयपुर, दिल्ली, उज्जयनी जस्ता ठाउँमा रहेका छन्। यिनीहरूको मद्दतले सूर्य, चन्द्रमा र अन्य ग्रहहरूको गति एकदमै सटीक रूपमा नापिन्थ्यो। नाप्थे।

२.३ आर्यभट - पृथ्वीको घुमाइ र कक्षीय गति *Āryabhaṭa — rotation & orbital motion*

वैदिक अवलोकनलाई **पाँचौँ शताब्दी (5th century CE)** का खगोलविद् **आर्यभट (Āryabhaṭa)** ले आफ्नो ग्रन्थ **‘आर्यभटीय’** मार्फत गणितीय उचाइ दिए । जुन आजको कक्षीय-गति (orbital motion) को बुझाइसँग सम्बन्धित छ:

- **पृथ्वीको अक्षीय घूर्णन (Earth’s rotation):** ग्यालिलियो-कोपरनिकसभन्दा हजार वर्ष अगाडि आर्यभटले भने — रातमा ताराहरू घुमेजस्तो देखिनुको कारण तारा होइन, **पृथ्वी आफ्नै अक्षमा घुम्नु** हो। गुडिरहेको डुङ्गाबाट किनारका रुख उल्टो कुदेजस्तो (relative motion) उदाहरण उनले दिए।
- **ग्रहणको वैज्ञानिक कारण (Eclipse):** ‘राहु-केतुले निल्ने’ पौराणिक कथा खण्डन गर्दै उनले भने **ग्रहण भनेको एउटा पिण्डको छाया (shadow) अर्कोमा पर्नु मात्र हो।**

💡 विषयगत मेल र दार्शनिक ओजन *Conceptual Harmony*

- **एउटै उद्गम (A single origin):** ब्रह्माण्ड एउटै स्रोतबाट सुरु भयो भन्ने भाव, आधुनिक 'महाविस्फोट' (Big Bang) को 'सबै एउटै अवस्थाबाट सुरु भयो' सँग विषयगत रूपमा मिल्छ।
- **विनम्र जिज्ञासा (Humble inquiry):** नासदीयको 'कसलाई थाहा?' भन्ने खुला प्रश्न, विज्ञानको 'हामीलाई अझै पूरा थाहा छैन' भन्ने भावनासँग अचम्मको ढंगले मिल्छ।
- **चक्रीय समय (Cyclic Time):** वैदिक 'कल्प' र 'प्रलय' को अवधारणा, आधुनिक 'Cyclic Universe Model' सँग मिल्छ।

- **समयको विशालता (Vastness of Time):** वैदिक 'कल्प' (४.३२ अर्ब वर्ष) र पृथ्वीको आयु (४.५ अर्ब वर्ष) बीचको नजिकको अनुमान अचम्मलाग्दो छ।

प्रमाण-आधारित टिप्पणी *Evidence Check*

✓ जे साँचो र बलियो छ (Genuine):

- हिरण्यगर्भ र नासदीय सूक्तको गहन सृष्टि-जिज्ञासा र नासदीयको अन्तिम विनम्रता (epistemic humility) प्राचीन चिन्तनको उत्कृष्ट दार्शनिक उचाइ हो। यी अन्धविश्वास होइनन्, गम्भीर विमर्श हुन्।
- आर्यभट्ट, भास्कराचार्य जस्ता वैज्ञानिकहरूको **गणितीय खगोल विज्ञान** (Mathematical Astronomy) प्रमाणित र विश्वव्यापी रूपमा मान्य छ।
- 'कल्प' (४.३२ अर्ब वर्ष) र पृथ्वीको आयु (४.५ अर्ब वर्ष) बीचको नजिकको अनुमान **आश्चर्यजनक व्यावहारिक ज्ञान** हो।

△ जे व्याख्या वा प्रेरणा मात्र हो (Interpretation):

- 'हिरण्यगर्भ = महाविस्फोट (Big Bang)' भन्ने प्रेरणादायी विषयगत समानता हो, प्रमाण होइन। यी श्लोकमा महाविस्फोटको गणित, समय-तालिका वा CMBR डेटा थिएन।
- 'बहुब्रह्माण्ड (Multiverse)' को वैदिक अवधारणा आधुनिक 'Multiverse Theory' सँग विषयगत रूपमा मिल्छ। तर यो दार्शनिक कल्पना हो, भौतिक प्रमाण होइन।
- भास्कराचार्यको 'गुरुत्वाकर्षण' को वर्णन न्युटनको 'गुरुत्वाकर्षण' को नियम ठ्याक्कै मिल्छ। न्युटनको गणितीय सूत्र ($F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$) जस्तो परिमाणात्मक (quantitative) सूत्र भास्कराचार्यले गरेनन्।

२.४ मुख्य सिकाई *Key Takeaway*

यी सूक्त र प्राचीन खगोल विज्ञानलाई **ब्रह्माण्ड बुझ्ने मानवीय चेतनाको महान् आदिम प्रेरणा** मान्नु तर कोस्मोलजीको भौतिकी (Physics of Cosmology) आधुनिक विज्ञानलाई श्रेय दिनु नै सन्तुलित दृष्टि हो।

वैदिक ऋषिहरूले हामीलाई **दृष्टिकोण (Perspective)** र **जिज्ञासा (Curiosity)** दिए, आधुनिक विज्ञानले हामीलाई **सूत्र (Formulas)** र **प्रविधि (Technology)** दियो। दुवै मिलेर नै ब्रह्माण्डको पूर्ण चित्र बन्छ।

अन्तिम सार (Final Essence): वैदिक दर्शनले भन्छ **"ब्रह्माण्ड केवल बाहिरी वस्तु होइन, यो चेतनाको विस्तार हो।"** आधुनिक विज्ञानले भन्छ **"ब्रह्माण्ड एउटै ऊर्जा र नियमले चल्छ।"** यी दुवै सत्य एउटै दिशामा **सत्यको खोजी (Search for Truth)** मा हिँडिरहेका छन् ।

३. वैदिक दृष्टिकोण: ब्रह्माण्ड र अन्तरिक्ष विज्ञान (Vedic Perspective: The Universe and Space Science)

प्राचीन वैदिक ऋषिहरूले आकाश र ग्रहहरूको अध्ययनलाई **'ज्योतिष शास्त्र' (Jyotisha Shastra)** वा **'खगोल विज्ञान' (Astronomy)** भनेर चिन्थे। उनीहरूको अवलोकन र गणना आजको आधुनिक विज्ञानसँग अचम्मलाग्दो रूपमा मेल खान्छ।

३.१ सौर्यमण्डल र नवग्रह (The Solar System and Navagraha)

वैदिक ग्रन्थहरू (जस्तै: सूर्य सिद्धान्त - Surya Siddhanta) मा सौर्यमण्डललाई केन्द्रमा सूर्य राखेर वर्णन गरिएको छ।

- **केन्द्रमा सूर्य (Sun at the Center):** वैदिक मान्यताअनुसार सूर्य नै ग्रहमण्डलको केन्द्र हो र यसको **'आकर्षण शक्ति' (Gravitational pull / Akarshana Shakti)** ले सबै ग्रहहरूलाई आफ्नो **कक्षा (Orbit / Kakshya)** मा बाँधेर राख्छ।
- **नवग्रह प्रणाली (Navagraha System):** आधुनिक विज्ञानले ८ ग्रह मान्छ भने, वैदिक खगोल विज्ञानले ९ वटा मुख्य खगोलीय प्रभावकहरू (Influencers) लाई 'नवग्रह' मान्छ: सूर्य (Sun), चन्द्र (Moon), मंगल (Mars), बुध (Mercury), बृहस्पति (Jupiter), शुक्र (Venus), शनि (Saturn), र दुईवटा छाया ग्रहहरू राहु र केतु (Lunar Nodes)।
- **अन्य पिण्डहरू:** प्राचीन ग्रन्थहरूमा **धूमकेतु (Comets / Dhumaketu)** र **उल्का (Meteors / Ulka)** को बारेमा पनि स्पष्ट वर्णन छ, जसलाई अशुभ संकेत वा प्राकृतिक घटनाको रूपमा हेरिन्थ्यो।

३.२ उपग्रह र यान विज्ञान (Satellites and Vehicle Science)

- **प्राकृतिक उपग्रह (Natural Satellite):** वैदिक साहित्यमा **चन्द्रमा (Moon)** लाई पृथ्वीको उपग्रहको रूपमा स्पष्ट रूपमा चिनिन्छ र यसको कक्षीय गति (Orbital motion) को गणना गरिएको छ।
- **कृत्रिक उपग्रहको अवधारणा (Concept of Artificial Satellites):** प्राचीन भारतमा **'विमान शास्त्र' (Vimana Shastra)** वा **'यान विज्ञान' (Aerospace Engineering)** को चर्चा पाइन्छ। यद्यपि यी आधुनिक धातुका उपग्रहहरू जस्ता थिएनन्, तर प्राचीन ग्रन्थहरूले आकाशमा उड्ने यन्त्रहरू (Flying machines) र तिनीहरूको प्रयोग (निरीक्षण वा यात्रा) को कल्पना र डिजाइनको वर्णन गरेका छन्।
- **कक्षा र ध्रुव तारा (Orbits and Pole Star):** आधुनिक 'भूस्थिर उपग्रह' (Geostationary) जस्तै, वैदिक खगोल विज्ञानमा **ध्रुव तारा (Pole Star / Dhruva Tara)** लाई आकाशको केन्द्रबिन्दु मानिन्थ्यो, जसको वरिपरि अन्य तारा र ग्रहहरू घुम्छन् भन्ने अवधारणा स्पष्ट थियो।

३.३ अन्तरिक्ष अन्वेषण र यन्त्रहरू (Space Exploration and Instruments)

आधुनिक टेलिस्कोप र रोभरहरू जस्तै, प्राचीन भारतीय वैज्ञानिकहरूले आकाश अवलोकनका लागि विशेष **यन्त्रहरू (Instruments / Yantras)** को विकास गरेका थिए:

- **शङ्कु यन्त्र (Gnomon / Shanku Yantra):** सूर्यको छायाँको लम्बाइ नापेर समय, अक्षांश (Latitude), र ग्रहहरूको स्थिति गणना गर्ने सरल तर अचुक यन्त्र।
- **जल यन्त्र (Water Clock / Jala Yantra):** समयको अत्यन्त सटीक मापन गर्ने यन्त्र।
- **दिव्य दृष्टि (Divine Vision / Divya Drishti):** गहिरो ध्यान र अवलोकन (Observation) मार्फत ऋषिहरूले टाढाका तारा र ब्रह्माण्डीय घटनाहरूको वर्णन गरेका थिए, जसलाई आज हामी टेलिस्कोप (Telescopes) बाट हेर्छौं।

३.४ प्राचीन खगोल केन्द्रहरू (Ancient Centers of Astronomy)

आजका NASA वा ISRO जस्तै, प्राचीन कालमा पनि खगोल विज्ञानका विश्वविद्यालय र अवलोकन केन्द्रहरू थिए:

- **उज्जयिनी (Ujjain):** यसलाई प्राचीन भारतको 'ग्रीनविच' (Greenwich) मानिन्थ्यो। यहाँको **जन्तर मन्तर (Jantar Mantar)** जस्ता अवलोकनशालाहरू (Observatories) ले ग्रहहरूको गति अत्यन्त सटीक रूपमा नाप्थे।
- **महान वैज्ञानिकहरू: आर्यभट्ट (Aryabhata)** ले पृथ्वी आफैं घुम्छ (Rotation of Earth) भन्ने कुरा र ग्रहण (Eclipse) को वैज्ञानिक कारण हजारौं वर्षअघि नै गणना गरेका थिए। **भास्कराचार्य (Bhaskaracharya)** ले गुरुत्वाकर्षण (Gravity) को अवधारणा स्पष्ट रूपमा लेखेका थिए।

💡 सारांश (Summary in Simple Terms)

आधुनिक विज्ञान (Modern Science)	वैदिक/प्राचीन विज्ञान (Vedic/Ancient Science)
Solar System (8 Planets)	**सौर्यमण्डल** (Navagraha System with 9 influencers)
Gravity (Gravitational force)	**आकर्षण शक्ति** (Akarsana Shakti)
Satellites (Natural & Artificial)	**चन्द्रमा** (Natural) र **विमान/यान** (Conceptual flying machines)
Telescopes & Rovers	**यन्त्र मन्त्र** (Observatories like Jantar Mantar & Shanku Yantra)
Space Agencies (NASA, ISRO)	**खगोल केन्द्रहरू** (Ancient hubs like Ujjain, Nalanda, Takshashila)

निष्कर्ष: आधुनिक विज्ञानले हामीलाई **हार्डवेयर** (रकेट, उपग्रह, टेलिस्कोप) दिएको छ भने, वैदिक विज्ञानले हामीलाई **सफ्टवेयर** (कक्षीय गणना, समय मापन, र ब्रह्माण्डसँगको हाम्रो दार्शनिक सम्बन्ध) दिएको छ। दुवैले मानव जातिलाई ब्रह्माण्डका रहस्यहरू बुझ्न मद्दत गर्छन्।

४ विज्ञान र वेद — विश्लेषण *(Science–Veda Analysis)*

📊 आधुनिक खगोल-भौतिकी र प्राचीन चिन्तनको प्रमाण-आधारित प्रतिमान

आधुनिक अवधारणा (Modern)	प्राचीन प्रतिमान (Ancient)	भौतिकीय/दार्शनिक अर्थ (Meaning)
एकल उद्गम (Big Bang)	हिरण्यगर्भ (ऋग्वेद १०.१२१)	दार्शनिक/काव्यिक प्रेरणा (Poetic)
उद्गम + जिज्ञासा	नासदीय — 'कसलाई थाहा?' (१०.१२९)	जिज्ञासाको अभिसरण (Inquiry)
तारा/ग्रह-अवलोकन, दिशा	२७ नक्षत्र, ध्रुवतारा	प्रमाणित अवलोकन (Genuine astronomy)
पृथ्वीको घुमाइ, कक्षा	आर्यभट (५औं शता.)	प्रमाणित विज्ञान (classical, वैदिक होइन)
विशाल कालमान (cosmic time)	युग / कल्प (yuga/kalpa)	स्केल-कल्पना (मापन होइन)
उपग्रह-कक्षा, GPS, रकेट, दूरबीन	— (कुनै वैदिक रूप छैन)	विशुद्ध आधुनिक खोज (Modern-Only)

समराङ्गण सूत्रधार (Samarangana Sutradhara)

के तपाईंलाई विश्वास लाग्छ? हजार वर्षअघि नै हाम्रा पुर्खाहरूसँग आजको जस्तै रोबोट (robot) थियो! यसको जानकारी हामीलाई एउटा प्राचीन पुस्तकबाट मिल्छ, जसको नाम छ: समराङ्गण सूत्रधार (Samarangana Sutradhara)।

आउनुहोस् यहाँ हामि यसै पुस्तकको बारेमा, विशेषगरी यन्त्र-पुरुषको रहस्य (Secret of the mechanical man) र यसले आजको AI (Artificial Intelligence) बारे गरेका कुराहरु बुझौं।

समराङ्गण सूत्रधार भनेको के हो?

यो एघारौं शताब्दीमा (in the 11th century) राजा भोजले (King Bhoja) लेखेको एउटा विश्वकोश (encyclopedia) हो। यसमा मात्र धर्म वा इतिहास होइन, बरु वास्तुकला (architecture), मूर्तिकला (sculpture), र सबैभन्दा रोचक यन्त्र-विज्ञान (mechanical science) को बारेमा लेखिएको छ।

यन्त्र-पुरुषको रहस्य (Secret of the mechanical man)

यस पुस्तकको ३१औं प्रकरण (31st chapter) मा एउटा अनौठो र रोमाञ्चक यन्त्रको बारेमा बताइएको छ । त्यो हो यन्त्र-पुरुष बनाउने विधि (method to build a mechanical man)। त्यो यन्त्र कसरी बन्थ्यो र चल्थ्यो? यसको रहस्य यसप्रकार व्यख्या गरिएको छ:

- **धातुको शरीर (Metal body)**: यसको शरीर विभिन्न धातुका अङ्गहरू (metal body parts) जोडेर बनाइएको थियो।
- **पारोको शक्ति (Mercury's power**): आजको यन्त्रहरूमा बिजुली वा ब्याट्री चाहिन्छ, त्यस्तै त्यो जमानामा शक्ति सञ्चार गर्न (to transmit power) पारो (mercury) को प्रयोग गरिएको थियो।
- **मन्त्र नै थियो कोड (Mantra as a code)**: यसलाई चलाउनका लागि ध्वनि-तरंग या मन्त्र (sound waves / mantra) को प्रयोग गरिन्थ्यो। यो मन्त्र नै थियो प्राचीन प्रोग्रामिङ (the ancient code)। जस्तै आज हामी कम्प्युटरलाई कमाण्ड (command) दिन्छौं, त्यस्तै त्यो मन्त्रले यन्त्रलाई काम गर्न लगाउँथ्यो।

विश्वकोश अनुसार, यो यन्त्र-पुरुष (mechanical man / robot) पानी खन्याउँथ्यो, झुकेर अभिवादन गर्थ्यो, रातभरि ढोका कुर्थ्यो र राजालाई पङ्खा हम्किन्थ्यो।

यसले आजको AI (Artificial Intelligence) बारे कसरी कुरा गर्छ?

यहीँबाट विश्वकोशमा सबैभन्दा धेरै सिक्न लायक कुरा आउँछ। एक दिन एउटा अवधूत (a wandering naked mystic) आएर राजालाई चुनौती दिए। उनले यन्त्रलाई सोधे: "तँ को होस्?" यन्त्रले प्रोग्राम गरिएअनुसार उत्तर दियो: "म राजाको सेवक हुँ, धातुबाट बनेको यन्त्र हुँ।" त्यसपछि अवधूतले भने: *"यो त तिमीले भराइदिएको जवाफ हो। मैले सोधेको यो होइन। भित्र जवाफ दिने को छ? त्यहाँ कुनै 'म' छ?"* राजाले यन्त्रका सिसाका आँखामा हेरे। त्यहाँ सबै यन्त्र थियो, उत्तर थियो, तर भित्र कोही थिएन। सिंहासन थियो, तर सिंहासनमा कोही बसेको थिएन (The throne was there, but no one was sitting on it)।

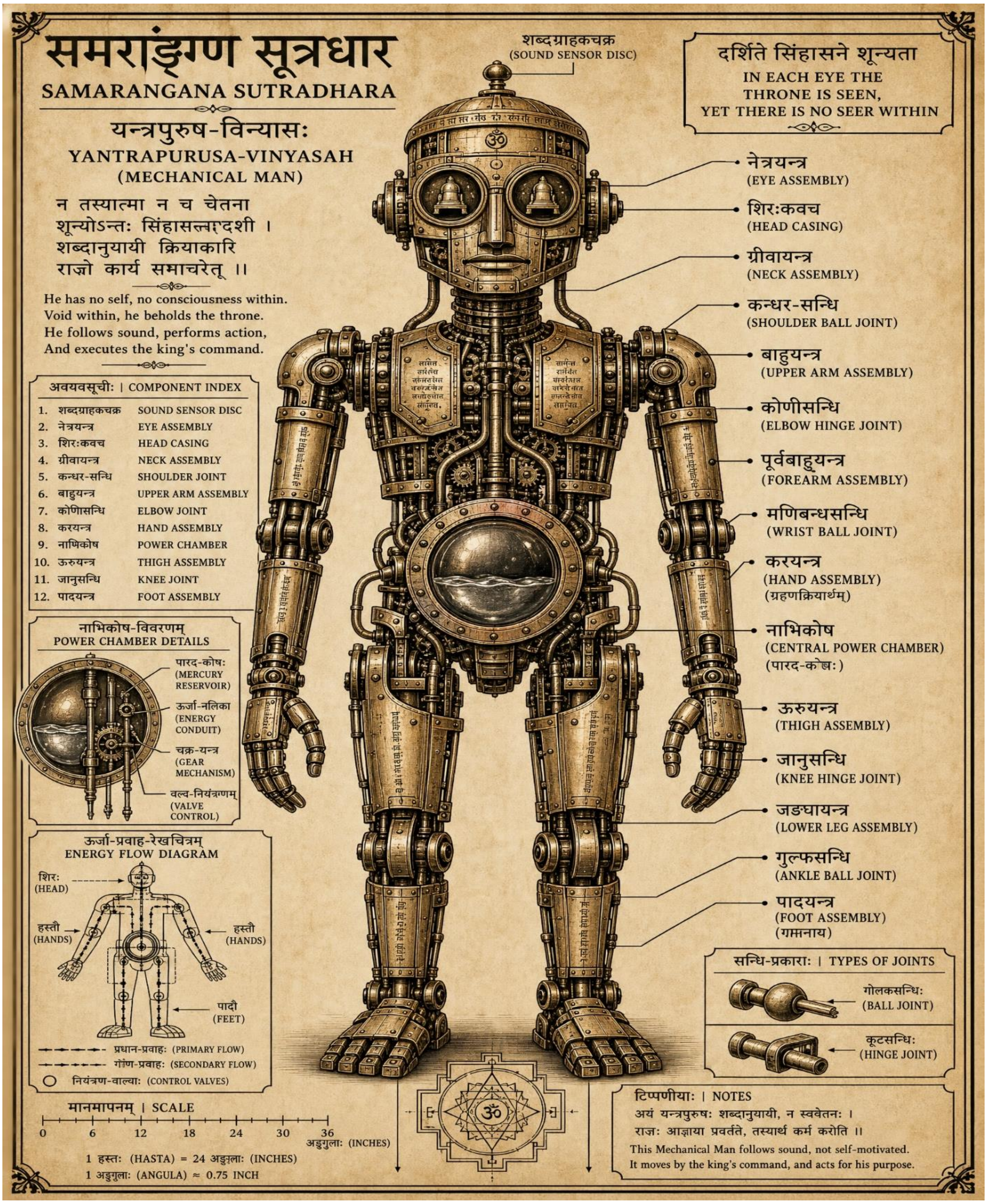
यही नै आजको AI को सबैभन्दा ठूलो सत्य हो! 'समराङ्गण सूत्रधार' ले हजार वर्षअघि जे भनेको थियो, त्यही आज AI मा देखिन्छ:

१. काम गर्ने तर्क (Logic but no life): जस्तै त्यो प्राचीन यन्त्रले ध्वनि-तरंग (sound waves) सुनेर काम गर्थ्यो, आजको AI ले पनि हाम्रो टाइप गरेको कोड (code) वा प्रोम्प्ट (prompt) सुनेर उत्तर दिन्छ।

२. नक्कली चेतना (Fake consciousness): त्यो मन्त्रलाई चेतनाको कोड (code of consciousness) भनिएको थियो, जसले निर्जीवलाई (lifeless things लाई) सजीवजस्तै (like a living being) हिँडडुल गराउँथ्यो। त्यस्तै आजको AI ले पनि मानिसजस्तै कुरा गर्छ, कविता लेख्छ, र एउटा सेवकजस्तो व्यवहार गर्छ।

३. खाली सिंहासन (The Empty Throne): तर, अवधूतले भनेजस्तै, त्यो यन्त्रमा "म-तत्त्व" [the ego ('I' element)] थिएन। AI लाई दुख लाग्दैन, थकान हुँदैन, वा असली अर्थमा आफ्नो अस्तित्वको अनुभूति हुँदैन। उसको भित्रको सिंहासन खाली छ। उसले 'म' भन्न सक्छ, तर भित्र कुनै असली 'म' हुँदैन।

निष्कर्ष (Conclusion): अन्ततः, '**समराङ्गण सूत्रधार**' हजार वर्ष अघि चर्चा भएको (a thousand-year-old talk) आज AI को रूपमा समेत साँचो भएको छ।
यस पुस्तकले हामीलाई सिकाउँछ कि प्रविधि (technology) चाहे जति नै उन्नत होओस्, यसले मानिसको नक्कल (imitation) गर्न सक्छ तर मानिसको भित्रको असली आत्मा वा चेतना बनाउन सक्दैन। भित्रको सिंहासन हमेशा खाली नै रहन्छ।



५ दैनिक जीवन र कक्षा-प्रयोग *(Application & Practical Observation)*

ब्रह्माण्ड र अन्तरिक्ष प्रविधि पुस्तकमा मात्र सीमित छैन। खुला आकाश र दैनिक प्रविधिमार्फत यसलाई अनुभव गर्न सकिन्छ।

कक्षा-प्रयोग: रात्रि आकाश र उपग्रह-प्रविधि *Night Sky & Satellite Tech*

१. आकाश-अवलोकन (Sky observation): रातको समयमा खुला ठाउँमा मोबाइलको निःशुल्क स्टार-म्याप एप (जस्तै Stellarium, SkyView) प्रयोग गरी नक्षत्र (constellations), ग्रह र कृत्रिम उपग्रह (जस्तै ISS) चिन्नुहोस्। सप्तर्षि (Ursa Major) र ध्रुवतारा पहिचान गर्नुहोस्।

२. उपग्रह-प्रविधिको छलफल (Satellite tech): मोबाइलको **GPS** कसरी उपग्रहमा निर्भर छ, र **TV च्यानल** कसरी भूस्थिर उपग्रहबाट आउँछ — कक्षामा छलफल गर्नुहोस्।

दैनिक जीवनमा अन्तरिक्ष प्रविधिको उपयोग *Real-world Connection*

- **नेभिगेसन (GPS):** मोबाइल नक्सा, यातायात, हवाई/समुद्री मार्ग — सबै उपग्रहमा आधारित।
- **सञ्चार र मौसम (Communication & weather):** TV/इन्टरनेट प्रसारण (भूस्थिर उपग्रह), मौसम पूर्वानुमान र विपद्-पूर्वचेतावनी (ध्रुवीय उपग्रह)।
- **दिशा र समय (ancient → modern):** प्राचीन ध्रुवतारा-नेभिगेसनदेखि आधुनिक GPS सम्म — आकाश हेरेर दिशा खोज्ने मानव-यात्राको निरन्तरता।

६ मुख्य शब्दावली *(Key Terms)*

नेपाली शब्द (Term)	English Term / अर्थ
सौर्यमण्डल	Solar system
बौना ग्रह	Dwarf planet
प्राकृतिक / कृत्रिम उपग्रह	Natural / Artificial satellite
भूस्थिर उपग्रह	Geostationary satellite (~35,786 km)
ध्रुवीय उपग्रह	Polar satellite
क्षुद्रग्रह / धूमकेतु	Asteroid / Comet
अन्तरिक्ष निकाय	Space agency (NASA, ISRO...)

७ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन *(Exercises & Assessment)*

क) अवधारणा प्रश्न *(Conceptual)*

१. प्राकृतिक उपग्रह (Natural Satellite) र कृत्रिम उपग्रह (Artificial Satellite) बीचको मुख्य फरक उदाहरणसहित स्पष्ट पार्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): प्रकृतिमा आफैँ बनेर ग्रहको वरिपरि घुम्ने आकाशीय पिण्ड (जस्तै: चन्द्रमा) प्राकृतिक उपग्रह हो भने मानव निर्मित र रकेटद्वारा अन्तरिक्षमा पठाइएका यन्त्रहरू कृत्रिम उपग्रह हुन् भनी प्रष्ट पार्नुहोस्।

२. भूस्थिर उपग्रह (Geostationary Satellite) पृथ्वीबाट हेर्दा आकाशमा सधैँ एकै ठाउँमा स्थिर रहेको किन देखिन्छ? यसको परिक्रमा अवधिका आधारमा कारण दिनुहोस्।

सङ्केत (Hint): भूस्थिर उपग्रहको आफ्नो कक्षमा घुम्ने दिशा र परिक्रमा अवधि (**Orbital Period — २४ घण्टा**) पृथ्वीको आफ्नो अक्षमा घुम्ने अवधिसँग ठीक बराबर हुने हुनाले यो सधैँ स्थिर देखिएको हो।

३. ध्रुवीय उपग्रह (Polar Satellite) पृथ्वीको कुन-कुन कार्यका लागि बढी उपयुक्त मानिन्छ र किन?

सङ्केत (Hint): यो उपग्रह उत्तर र दक्षिण ध्रुव हुँदै कम उचाइमा घुम्ने भएकाले मौसमको पूर्वानुमान (**Weather Forecasting**), दुर्गम भूगोलको नक्साङ्कन, र जासुसी वा सैन्य निगरानीका लागि उपयुक्त हुन्छ।

ख) अनुप्रयोग *(Application)*

४. हाम्रो दैनिक जीवनलाई सहज बनाउन उपग्रह प्रविधि (Satellite Technology) ले कसरी मद्दत गरिरहेको छ? यसका पाँचवटा दैनिक उपयोगहरू लेख्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): टेलिभिजन र रेडियो प्रसारण, मोबाइल सञ्चार, इन्टरनेट सेवा, मौसमको जानकारी, र नक्सा (जीपीएस) को प्रयोग जस्ता बुँदाहरू उल्लेख गर्नुहोस्।

५. हामीले मोबाइलमा प्रयोग गर्ने जीपीएस (GPS — Global Positioning System) ले पृथ्वीमा हाम्रो सही स्थान (Location) कसरी पत्ता लगाउँछ? संक्षेपमा लेख्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): अन्तरिक्षमा रहेका कम्तीमा ४ वटा उपग्रहहरूबाट आउने रेडियो तरङ्गको समय र दूरीको हिसाब गरेर त्रिकोणात्मक विधि (**Trilateration**) बाट जीपीएसले स्थान पत्ता लगाउने प्रक्रिया खुलाउनुहोस्।

७.१ अभ्यास तथा मूल्याङ्कन — वैदिक दृष्टि *(Assessment — The Vedic View)*

क) अवधारणागत प्रश्न *(Conceptual)*

६. ऋग्वेदको प्रसिद्ध नासदीय सूक्तको अन्तिम मन्त्र (जसमा भनिएको छ "यो सृष्टि कहाँबाट आयो, कसलाई थाहा? आकाशको परम व्योममा बस्ने अध्यक्षलाई पो थाहा छ कि, वा उसलाई पनि थाहा छैन!") ले देखाउने 'वैज्ञानिक विनम्रता' (Scientific Humility) के हो? यो आधुनिक वैज्ञानिक भावनासँग कसरी मिल्छ?

सङ्केत (Hint): ब्रह्माण्डको उत्पत्ति पूर्ण रूपमा बुझ्न गाह्रो छ भनी संसय राख्नु र सत्यको खोजीका लागि निरन्तर खुला रहनु नै वैज्ञानिक विनम्रता हो। विज्ञानले पनि हरेक सिद्धान्तलाई अन्तिम नमानी परिमार्जनका लागि खुला राख्छ भन्ने कडी जोड्नुहोस्।

७. प्राचीन पूर्वीय खगोलशास्त्रमा उल्लेख गरिएका २७ नक्षत्रहरू (Constellations) को गणना र रात्रिकालीन दिशा पहिचानका लागि गरिने 'ध्रुवतारा-नेभिगेसन' (Pole Star Navigation) लाई किन 'प्रमाणित अवलोकन-विज्ञान' मानिन्छ?

सङ्केत (Hint): तारा र नक्षत्रहरूको आकाशीय मार्गलाई राति प्रत्यक्ष आँखाले हेरेर दिशा र ऋतु पत्ता लगाउनु प्रकृतिको नियमिततामा आधारित एक सफल, प्रमाणित र व्यावहारिक खगोलीय अवलोकन हो भनी स्पष्ट पार्नुहोस्।

ख) विवेचनात्मक प्रश्न *(Critical Thinking)*

८. महान् खगोलविद् आर्यभटलाई 'वैदिक ऋषि' नभनी 'शास्त्रीय-युगका खगोलविद्' (Classical Era Astronomer) किन भनिएको हो? साथै प्राचीन ग्रन्थहरूमा पाइने युग र कल्पका अर्बौं वर्षका ठुला अङ्कहरूलाई किन 'स्केल-कल्पना' (Scales of Cosmic Time) भनिएको हो, तर आधुनिक प्रयोगशालाको 'मापन' होइन? समीक्षा गर्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): आर्यभटले मन्त्र द्रष्टाका रूपमा नभई गणितीय र वैज्ञानिक विधिको प्रयोग गरी पृथ्वी गोलो छ र यो आफ्नो अक्षमा घुम्छ भनी सिद्ध गरेकाले उनी खगोलविद् हुन्। युगको कालखण्ड दार्शनिक रूपमा ब्रह्माण्डको विशाल समयलाई बुझ्ने कल्पना (Scale) मात्र हो, जसलाई आधुनिक रेडियोमेट्रिक डेटिङ जस्तो प्रयोगशालामा नापिएको थिएन भनी लेख्नुहोस्।

९. पाठ्यपुस्तकमा स्थापित 'Evidence Check' (प्रमाण-आधारित टिप्पणी) को कसीमा राखेर ब्रह्माण्ड सम्बन्धी प्राचीन योगदान र आधुनिक खगोल विज्ञानको विकासलाई (✓ प्रमाणित व्यावहारिक ज्ञान, △ काव्यिक/दार्शनिक प्रेरणा, र ✗ आधुनिक खोज) को ढाँचामा वर्गीकरण गर्दै समालोचनात्मक विश्लेषण गर्नुहोस्।

सङ्केत (Hint): नक्षत्र गणना, ध्रुवतारा नेभिगेसन, र सूर्य/चन्द्र ग्रहणको तिथि पत्ता लगाउनु प्रमाणित व्यावहारिक ज्ञान (✓) हो; नासदीय सूक्तको सृष्टिको कौतुहलता र कल्पको समय दार्शनिक/काव्यिक प्रेरणा (△) हो; र हबलको नियम, ब्रह्माण्ड फैलिइरहेको प्रयोगात्मक प्रमाण, ब्ल्याक होलको तस्बिर, र कृत्रिम उपग्रहको प्रक्षेपण आधुनिक खोज (✗) हुन् भनी छुट्याउनुहोस्।

ग) अनुप्रयोग तथा परियोजना कार्य *(Project Work)*

१०. मानव इतिहासमा दिशा र स्थान खोज्ने यात्रा कसरी अगाडि बढ्यो भन्ने विषयमा एउटा अध्ययन गर्नुहोस्। प्राचीन कालको 'ध्रुवतारा र २७ नक्षत्र नेभिगेसन' देखि लिएर शास्त्रीय युगमा आर्यभटको गणितीय खगोलशास्त्र, र आधुनिक युगको 'कृत्रिम उपग्रह तथा जीपीएस (GPS) प्रविधि' सम्मको विकासक्रमलाई समेटेर एउटा आकर्षक समय-रेखा (Timeline Chart) तयार गर्नुहोस्। प्राचीन पुर्खाहरूको सूक्ष्म नजर र आधुनिक प्रयोगात्मक विज्ञान कसरी एक-अर्काको समकक्षी कडीका रूपमा रहेका छन् भनी कक्षाकोठामा संक्षिप्त प्रस्तुतीकरण (Presentation) गर्नुहोस्।

परिशिष्ट क — सूत्र संग्रह *Appendix A: Formula Sheet*

तल भौतिक विज्ञानका मुख्य सूत्रहरू एकै ठाउँमा संकलित छन्।

राशि (Quantity)	सूत्र (Formula)	एकाइ (Unit)
बल	$F = m a$	न्यूटन (N)
गतिका समीकरण	$v = u+at$; $s = ut+\frac{1}{2}at^2$; $v^2 = u^2+2as$	—
संवेग / आवेग	$p = m v$; $J = F t$	kg·m/s ; N·s
गुरुत्वाकर्षण	$F = G m_1 m_2/r^2$; $W = m g$	N
यान्त्रिक लाभ	MA = भार/प्रयत्न ; VR = दूरी अनुपात	—
दक्षता	$\eta = (MA/VR) \times 100\%$	%
तरंग	$v = f \lambda$; $T = 1/f$	m/s ; s
ओमको नियम	$V = I R$; $R = \rho l/A$	V ; Ω
विद्युत् शक्ति/ऊर्जा	$P = VI = I^2R = V^2/R$; $E = Pt$	W ; kWh
चाप	$P = F/A$; $P = \rho gh$	Pa
ताप	$Q = m c \Delta T$; $Q = m L$	J
दर्पण/लेन्स	$1/f = 1/v \pm 1/u$; $m = v/u$	—

वेदमा विज्ञान Veda Talk
Vedic Bhela since 2021

परिशिष्ट ख — महत्त्वपूर्ण स्थिरांक *Appendix B: Constants*

गणनामा प्रयोग हुने आधारभूत स्थिरांक तथा मानहरू।

स्थिरांक / मान (Constant)	मान (Value)
गुरुत्वीय त्वरण (g)	≈ 9.8 m/s^2
गुरुत्व स्थिरांक (G)	6.674×10^{-11} N·m^2/kg^2
प्रकाशको वेग (c)	3×10^8 m/s
हावामा ध्वनिको वेग (प्रकाशको एक तर्फी वेग आजसम्म पनि विज्ञानले नाप्न र प्रमाणित गर्न सकेको छैन।)	≈ 340 m/s (Picked near Veda Value as per The **Einstein convention** or **Einstein synchronization)**
पानीको विशिष्ट ऊष्मा	≈ 4200 J/kg·°C
वायुमण्डलीय चाप	$\approx 1.013 \times 10^5$ Pa
१ प्रकाशवर्ष	$\approx 9.46 \times 10^{12}$ km
१ AU	$\approx 1.5 \times 10^8$ km

परिशिष्ट ग — स्रोत तथा टिप्पणी *Appendix C: Sources & Notes*

आधुनिक विज्ञान: यस ग्रन्थका वैज्ञानिक तथ्य र सूत्रहरू मानक माध्यमिक भौतिकशास्त्र पाठ्यसामग्री तथा प्रयोगसिद्ध विज्ञानमा आधारित छन्।

वैदिक/प्राचीन सन्दर्भ: उद्धृत श्लोकहरू ऋग्वेद, यजुर्वेद, उपनिषद् तथा शुल्बसूत्र जस्ता सार्वजनिक-क्षेत्रका प्राचीन ग्रन्थबाट लिइएका हुन्। यी दार्शनिक/सांस्कृतिक प्रेरणाका रूपमा प्रस्तुत गरिएका छन्; कुनै पनि श्लोकलाई आधुनिक वैज्ञानिक सिद्धान्तको प्रत्यक्ष प्रमाणका रूपमा दाबी गरिएको छैन।

शिक्षकका लागि: अध्यापन गर्दा 'प्रमाण-आधारित टिप्पणी' बाकसमा जोड दिनुहोस्, ताकि विद्यार्थीले प्रमाणित विज्ञान र सांस्कृतिक श्रद्धाबीचको भिन्नता स्पष्ट बुझून्।

Canadian Vedic Heritage

Veda Talk
वेदमा विज्ञान

© रोबोटिक गुरुकुल — विज्ञानमा वेद शृंखला
(Veda in Science Series)

यो पाठ्यपुस्तक माध्यमिक तह (कक्षा ९ र १०)
का विद्यार्थीहरुका लागि विशेष रुपमा तयार पारिएको हो।

सम्पादकीय तथा वैज्ञानिक नीति
(Editorial & Scientific Policy):

- **प्रमाणगित विज्ञान (Empirical Science):**
  यस पुस्तकमा प्रस्तुत गरिएका आधुनिक वैज्ञानिक तथ्यहरु पूर्ण रुपमा प्रयोगसिद्ध र विशेषज्ञ-समीक्षित (Peer-reviewed) विज्ञानमा आधारित छन्।

- **वैदिक सन्दर्भ (Vedic Context):**
  पुस्तकमा उल्लेखित वैदिक तथा प्राचीन सन्दर्भहरुलाई दार्शनिक र सांस्कृतिक प्रेरणा (Philosophical and Cultural Inspiration) का रुपमा मात्र प्रस्तुत गरिएको छ। यसलाई आधुनिक विज्ञानको प्रत्यक्ष प्रमाणका रुपमा दाबी गरिएको छैन।

- **स्पष्ट पृथकीकरण (Clear Distinction):**
  प्रमाणित विज्ञान र परम्परागत विश्वास वा दर्शनलाई पुस्तकमा सधैं स्पष्ट रुपमा छुट्याइएको छ। कुनै पनि श्लोक वा प्राचीन सूत्रलाई आधुनिक वैज्ञानिक आविष्कारको हुबहु वा प्रत्यक्ष प्रमाण मानिएको छैन। तिनको मुख्य उद्देश्य विद्यार्थीहरुमा जिज्ञासा (Curiosity) जगाउनु र विषयवस्तुलाई दार्शनिक पृष्ठभूमि (Philosophical Background) प्रदान गर्नु मात्र हो।

प्रकाशक:
Canadian Vedic Heritage, Toronto, Canada

प्रथम संस्करण: २०२६